

*Ольга Березан*

# **ЗБІРНИК ЗАДАЧ З ХІМІЇ**

*для учнів  
середніх загальноосвітніх навчальних закладів*

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України



ТЕРНОПІЛЬ  
Видавництво «Підручники і посібники»  
2009

ББК 24я721

Б 48

Рецензенти:

*Лукашова Н. І.* — кандидат педагогічних наук, доцент, зав. кафедрою хімії Ніжинського державного педагогічного університету імені Миколи Гоголя

*Семенюк Л. З.* — вчитель-методист Хмельницького обласного спеціалізованого ліцею-інтернату поглибленої підготовки в галузі науки

Редактор *Андрій Воек*

Літературний редактор *Оксана Давидова*

Обкладинка *Олени Соколюк*

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 1/11-2348 від 10.06.2003 р.)

**Березан Ольга**

Б 48 Збірник задач з хімії. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. — 320 с.

ISBN 978-966-07-1124-2

Книга містить задачі до всіх розділів хімії, що вивчаються в загальноосвітніх навчальних закладах, які можуть бути використані для індивідуальної та групової роботи з учнями, що вивчають хімію і готуються до вступу у вищі учебні заклади.  
Для вчителів хімії та учнів.

ББК 22я721

ISBN 978-966-07-1124-2

© Березан О. В., 2003

## ПЕРЕДМОВА

Книга містить 2229 задач і складається з чотирьох частин. Перша частина містить 13 розділів, які охоплюють загальну хімію. Друга і третя частини містять задачі з неорганічної та органічної хімії відповідно. У четвертій частині наведені розв'язки типових задач.

Задачі у збірнику згруповані за рівнями складності. Перший рівень — це найпростіші, типові задачі, які потребують вміння застосовувати на практиці теоретичні знання і проводити елементарні розрахунки. Другий і третій рівень — це більш складні, комбіновані задачі, розв'язання яких потребує пошуків нестандартних розв'язків, сприяє формуванню творчого мислення. Частина з них пропонувалась на олімпіадах та вступних іспитах у ВНЗ.

Для деяких розділів («Термохімічні розрахунки», «Швидкість хімічних реакцій», «Електроліз», «Окисно-відновні реакції» і «Хімічний еквівалент речовини») подано короткий теоретичний матеріал, знання якого потрібне для розв'язання задач.

Розділи «Розрахунки за хімічними рівняннями», «Розчини. Електролітична дисоціація», «Реакції за участю газоподібних речовин» розділені на групи, що дозволяє відпрацювати методи розв'язання задач певного типу.

Для типових задач запропоновані раціональні, лаконічні методики розв'язання, які, як правило, не є єдиними.

Номери задач, розв'язки яких наводяться, підкреслені (2.5.1.).

# Частина I. ЗАГАЛЬНА ХІМІЯ

## Розділ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ЗАКОНИ ХІМІЇ

1. **Кількість речовини** — це фізична величина, що визначається числом частинок — структурних елементів речовини (молекул, атомів, йонних асоціатів), які містяться в даній порції речовини.
2. **Моль** — це така кількість речовини, яка містить стільки частинок — структурних елементів речовини (молекул, атомів, йонів), скільки атомів міститься в ізотопі атома Карбону  $^{12}\text{C}$  масою 0,012 кг.
3. **Молярна маса** — це фізична величина, що визначається відношенням маси речовини до кількості речовини, яка їй відповідає.
4. **Закон об'ємних відношень**. За однакових умов об'єми газів, що вступають у реакцію, відносяться один до одного і до об'ємів газоподібних продуктів реакції як невеликі цілі числа.
5. **Закон Авогадро**. В однакових об'ємах різних газів за однакових умов (температури і тиску) міститься однакова кількість молекул.
6. **Молярний об'єм газу** — це фізична величина, що визначається відношенням об'єму порції газу до кількості речовини в цій порції. Молярний об'єм за нормальних умов є величиною сталою для усіх газів і дорівнює  $0,0224 \text{ м}^3/\text{моль}$  або  $22,4 \text{ л/моль}$ .
7. **Стала Авогадро** — це число, що дорівнює  $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$  і вказує на число структурних елементів, які містяться в 1 моль речовини.
8. **Закон збереження маси**. Маса речовин, які вступають у хімічну реакцію, дорівнює масі речовин, які утворились внаслідок реакції.
9. **Відносна густина газу**. Відношення маси певного газу до маси такого самого об'єму іншого газу, взятих за однакових температури і тиску, називається відносною густиною першого газу за другим.

$$D = \frac{m_1}{m_2} \text{ або } D = \frac{M_{r1}}{M_{r2}}$$

Наприклад:  $D_{(\text{H}_2)} = \frac{M_r(\text{газу})}{M_r(\text{H}_2)}$ ;  $D_{(\text{повітрям})} = \frac{M_r(\text{газу})}{M_r(\text{повітря})}$

10. **Вихід продукту** — це відношення маси (кількості речовини) фактично добутого продукту до максимально можливої маси (кількості речовини), обчисленої за рівнянням реакції.
11. **Масова частка компонента суміші  $W(X)$**  — це відношення маси цього компонента  $m(X)$  до загальної маси суміші  $m(\text{сум.})$ .

$$W(X) = \frac{m(X)}{m(\text{сум.})}$$

12. **Об'ємна частка компонента газової суміші  $\varphi(X)$**  — це відношення об'єму цього компонента  $V(X)$  до загального об'єму суміші  $V(\text{сум.})$ .

$$\varphi(X) = \frac{V(X)}{V(\text{сум.})}$$

13. **Молярна частка компонента суміші  $\chi(X)$**  — це відношення кількості речовини цього компонента  $\nu(X)$  до суми кількостей речовин усіх компонентів суміші  $\sum_i \nu(X_i)$ .

$$\chi(X) = \frac{\nu(X)}{\sum_i \nu(X_i)}$$

При розв'язуванні задач для знаходження кількості речовини користуються формулами:

$$\nu(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \qquad \nu(X) = \frac{V(X)}{V_m} \qquad \nu(X) = \frac{N(X)}{N_A}$$

- $\nu(X)$  — кількість речовини  $X$  (моль),  
 $M(X)$  — молярна маса речовини  $X$  (г/моль),  
 $N_A$  — стала Авогадро ( $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ),  
 $m(X)$  — маса речовини  $X$  (г),  
 $V(X)$  — об'єм газу  $X$  за нормальних умов (л),  
 $N(X)$  — число молекул речовини  $X$ ,  
 $V_m$  — молярний об'єм газу ( $22,4 \text{ л/моль}$ ).

### І РІВЕНЬ

- 1.1. Обчисліть кількість речовини цинк сульфату, якщо його маса становить 80,5 г.
- 1.2. Об'єм азоту за нормальних умов становить 5,6 л. Обчисліть його масу.
- 1.3. Визначте масу барій хлориду кількістю речовини 0,8 моль.
- 1.4. Визначте кількість речовини калію масою 21,7 г.
- 1.5. Скільки молекул міститься у вуглекислому газі об'ємом 112 л (н.у.).
- 1.6. Визначте об'єм, який займе амоніак масою 60 г за нормальних умов.
- 1.7. Газова суміш складається з 5,6 л азоту та сульфур діоксиду об'ємом 11,2 л (н.у.). Розрахуйте масу суміші газів.
- 1.8. Обчисліть об'єм, який займе за нормальних умов: а) 40 г  $\text{O}_2$ ; б) 10 г  $\text{H}_2$ .
- 1.9. Скільки атомів Гідрогену міститься у фосфіні ( $\text{PH}_3$ ) масою 170 г?
- 1.10. Розрахуйте масу: а)  $2240 \text{ см}^3$  водню; б)  $400 \text{ дм}^3$  чадного газу. Об'єми газів вимірювались за нормальних умов.
- 1.11. Який об'єм (н.у.) займе  $1,204 \cdot 10^{23}$  молекул карбон діоксиду?
- 1.12. Дано 112  $\text{дм}^3$  азоту (н.у.). Розрахуйте: а) кількість речовини азоту; б) кількість молекул та атомів у заданому об'ємі.

- 1.13. Дано 0,056 кг кисню. Розрахуйте: а) кількість речовини кисню; б) об'єм (н.у.), що займе задана маса кисню; в) кількість атомів та молекул, що містяться у вихідній масі кисню.
- 1.14. Дано 0,75 моль молекулярного хлору. Розрахуйте: а) масу хлору; б) об'єм (н.у.) заданої кількості речовини; в) число атомів та молекул, що містяться у вихідній кількості речовини.
- 1.15. Відомо, що певна маса азоту містить  $1,5 \cdot 10^{23}$  молекул. Розрахуйте: а) кількість речовини азоту; б) кількість атомів Нітрогену, які містяться в заданій масі газу; в) масу заданої кількості молекул; г) об'єм, який займе задана маса азоту (н.у.).
- 1.16. Обчисліть масу  $1 \text{ м}^3$  суміші, що містить однакові об'єми хлору та карбон діоксиду, виміряні за нормальних умов.
- 1.17. Розрахуйте відносну густину карбон діоксиду за воднем.
- 1.18. Відносна густина деякого газу за амоніаком становить 2,588. Обчисліть відносну густину цього газу за гелієм.
- 1.19. Маса трьох літрів деякого газу за нормальних умов становить 4,29 г. Визначте молярну масу цього газу.
- 1.20. Який об'єм займе газова суміш (н.у.), що складається із 3 моль сульфур діоксиду та 2 моль азоту?
- 1.21. Обчисліть масу: а) однієї молекули води; б) однієї молекули глюкози ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).
- 1.22. Обчисліть кількість атомів Гідрогену, які містяться у 5,6 л метану ( $\text{CH}_4$ ), виміряного за нормальних умов.
- 1.23. Обчисліть кількість молекул оцтової кислоти ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), які містяться у 30 г кислоти.
- 1.24. Скільки атомів Карбону міститься в 0,01 моль бензену ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )?
- 1.25. В якій кількості речовини озону міститься  $1,5025 \cdot 10^{23}$  атомів Оксигену?
- 1.26. Обчисліть масу 10 молекул хлору.
- 1.27. Скільки атомів та молекул міститься в: а)  $2 \text{ м}^3$  хлору; б) 1 мл водню?

## II РІВЕНЬ

- 1.28. У якій кількості речовини сульфур триоксиду міститься таке ж число атомів Оксигену, як у сульфур діоксиді масою 32 г?
- 1.29. Маса 1200 мл газу (н.у.) становить 1,5 г. Обчисліть масу 1 моль цього газу.
- 1.30. Визначте кількість молекул, яка міститься в 500 мл (н.у.) сірчастого газу.
- 1.31. Обчисліть кількість атомів Цинку у сплаві цинку з міддю масою 400 г, якщо масова частка цинку у сплаві становить 40%.
- 1.32. Обчисліть кількість речовини Оксигену, що міститься у глюкозі ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) масою 45 г.
- 1.33. Суміш газів за нормальних умов містить  $6,02 \cdot 10^{22}$  молекул азоту та  $3,01 \cdot 10^{23}$  молекул карбон діоксиду. Обчисліть: а) масу суміші; б) об'єм суміші (н.у.).

- 1.34. Об'ємні частки азоту та карбон діоксиду в суміші однакові. Визначте масову частку (%) карбон діоксиду в суміші.
- 1.35. Газова суміш містить 200 мл  $\text{O}_2$ ,  $40 \text{ дм}^3 \text{ NH}_3$  та  $0,5 \text{ дм}^3 \text{ N}_2$  (н.у.). Обчисліть: а) масу суміші; б) масові частки газів у суміші (%).
- 1.36. Обчисліть масу атомів Гідрогену, що містяться в  $3,01 \cdot 10^{24}$  молекулах бутану, формула якого  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .
- 1.37. Визначте, де міститься більше молекул: а) у 10 г  $\text{N}_2$  чи 10 г  $\text{CO}_2$ ; б) у 2,5 л  $\text{CH}_4$  чи 2,5 л  $\text{CO}$  (н.у.).
- 1.38. Який об'єм (н.у.) займе суміш, що містить 2,5 кг  $\text{CO}_2$  та 6 кг  $\text{CH}_4$ ?
- 1.39. Який об'єм за нормальних умов займе суміш, що містить  $3,01 \cdot 10^{23}$  молекул  $\text{N}_2$  та  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул  $\text{CO}_2$ ?
- 1.40. Розрахуйте масу однієї молекули гідроген пероксиду.
- 1.41. Визначте масу 10 л (н.у.) газової суміші, що містить 50% чадного газу та водень.
- 1.42. Масова частка карбон діоксиду в газовій суміші з азотом становить 40%. Який об'єм (н.у.) займе 40 г цієї суміші?
- 1.43. Об'ємна частка карбон діоксиду в суміші з чадним газом становить 80%. Розрахуйте масу 1 л цієї суміші.
- 1.44. Визначте масу суміші, що містить за нормальних умов: а) 100 мл  $\text{H}_2$  та 80 мл  $\text{CO}$ ; б) 2 л  $\text{N}_2$  та 24,3 л  $\text{CO}_2$ ; в) 8,5 л  $\text{NH}_3$  та  $0,5 \text{ м}^3 \text{ CO}$ ; г)  $200 \text{ см}^3 \text{ CO}_2$  та  $0,3 \text{ м}^3 \text{ N}_2$ .
- 1.45. Для одержання цинк сульфід у нагріли суміш, що містила 6,5 г цинку та 4,0 г сірки. Після закінчення реакції виявили 0,8 г сірки та 9,7 г продукту реакції. Чи суперечить це закону збереження маси речовин?
- 1.46. 150 мл суміші водню та хлору привели до умов реакції. Після закінчення реакції залишилось 50 мл хлору. Розрахуйте об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші. Відомо, що один об'єм водню взаємодіє з одним об'ємом хлору.
- 1.47. Після вибуху 40 мл суміші водню з киснем залишилось 10 мл кисню. Об'єми газів, що реагують, відносяться відповідно як 2:1. Обчисліть об'ємну частку водню у вихідній суміші (%).
- 1.48. Який об'єм (н.у.) займе суміш газів, яка містить 0,8 моль  $\text{NH}_3$ , 40 г  $\text{H}_2$  та 1,2 моль  $\text{O}_2$ ?
- 1.49. Під час термолізу меркурій (II) оксиду масою 10,85 г одержали 0,56 л  $\text{O}_2$  (н.у.). Знайдіть масу ртуті, яка при цьому утворилась.
- 1.50. Обчисліть масу калій хлорату, яка розклалась, якщо при цьому виділилось 14,9 г калій хлориду та 9,6 г кисню.
- 1.51. Відносна густина газу за воднем становить 17. Знайдіть масу 1,00 л (н.у.) цього газу. Яка його відносна густина за повітрям?
- 1.52. Відносна густина газу за повітрям становить 1,52. Який об'єм займе 11 г цього газу за нормальних умов?

**1.53.** Маса 2 л (н.у.) озону становить 4,286 г. Розрахуйте його молярну масу та відносну густина за повітрям.

### III РІВЕНЬ

**1.54.** Змішали 112 мл азоту та 200 см<sup>3</sup> кисню (н.у.). Розрахуйте масову частку кисню в одержаній газовій суміші (%).

**1.55.** Визначте масу 1 м<sup>3</sup> суміші газів (н.у.), що складається з гелію та неону. Об'ємна частка гелію в суміші становить 40%.

**1.56.** У сплаві алюмінію та цинку число атомів Алюмінію дорівнює числу атомів Цинку. Обчисліть масову частку (%) алюмінію в сплаві.

**1.57.** Суміш, містить 2 моль CuCl<sub>2</sub> та 3,2 моль CuSO<sub>4</sub>. Обчисліть масову частку Купруму (%) в даній суміші.

**1.58.** Обчисліть молярну та об'ємну частки (н.у.) чадного газу в суміші, що містить 7 г чадного газу та 11 г карбон діоксиду.

**1.59.** Суміш об'ємом 12 л (н.у.), що містить CO та NH<sub>3</sub>, має масу 14,02 г. Який об'єм кожного газу міститься в цій суміші?

**1.60.** Маса посудини, з якої видалено повітря, становить 30 г. Ця ж посудина, заповнена за нормальних умов азотом, має масу 37 г, а заповнена невідомим газом «X», — 47,75 г. Встановіть молярну масу невідомого газу.

**1.61.** Газова суміш містить карбон діоксид, кисень та азот, масові частки яких відповідно становлять 20%, 65% та 15%. Обчисліть об'ємні частки кожного газу (%) в суміші.

**1.62.** Обчисліть масу 10 л (н.у.) суміші кисню та карбон діоксиду, якщо масові частки компонентів однакові.

**1.63.** Як повинні відноситись об'єми водню та карбон діоксиду, щоб після змішування одержати газову суміш (н.у.) з густиною 0,26 г/л?

**1.64.** Густина суміші метану та кисню (н.у.) становить 1,2 г/л. Розрахуйте об'ємну частку метану (%) в суміші.

**1.65.** 1 л суміші, що містить карбон монооксид та карбон діоксид (н.у.), має масу 1,43 г. Розрахуйте об'ємні частки газів у суміші (%).

**1.66.** Знайдіть масу 1 л (н.у.) газової суміші, що містить карбон діоксид та метан, якщо масова частка карбону діоксиду в суміші становить 40%.

**1.67.** Посудину місткістю 120 л заповнили за нормальних умов 75 г суміші амоніаку та водню. Який об'єм кожного газу міститься в посудині?

**1.68.** Обчисліть масу 200 л (н.у.) суміші, що містить водень, чадний газ та вуглекислий газ, об'єми яких відносяться відповідно як 1 : 3 : 4.

**1.69.** Розрахуйте об'єм суміші в літрах (н.у.), якщо для її приготування використали 10 моль кисню, 20 моль азоту та 0,224 м<sup>3</sup> сульфур діоксиду.

**1.70.** Знайдіть масу 11,2 л газової суміші (н.у.), що містить гелій, аргон та неон, якщо на один атом Гелію в суміші припадає два атоми Неону та три атоми Аргону.

**1.71.** Суміш складається з CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> та Ar. Об'ємні частки газів становлять відповідно 10%, 30% та 60%. Обчисліть масові частки газів (%) в суміші.

**1.72.** Газова суміш містить H<sub>2</sub> та N<sub>2</sub>. Масові частки газів у цій суміші становлять відповідно 70% та 30%. Розрахуйте об'ємні частки газів у суміші (%) за нормальних умов.

**1.73.** Деяка кількість води містить 3,01·10<sup>24</sup> атомів Оксигену та 6,02·10<sup>24</sup> атомів Гідрогену. Визначте масу цієї кількості води.

**1.74.** Деяка кількість амоніаку містить 3,01·10<sup>23</sup> атомів Нітрогену та 9,03·10<sup>23</sup> атомів Гідрогену. Визначте об'єм (л) цієї кількості амоніаку, вимірний за нормальних умов.

**1.75.** Аналіз двох зразків купрум (II) оксиду дав такі результати: а) 4,77 г оксиду, одержаного прожарюванням міді на повітрі, містить 0,9585 г Оксигену; б) 6,36 г купрум (II) оксиду, одержаного розкладанням маляхіту, містить 1,278 г Оксигену. Чи підтверджують ці дані закон сталості складу речовин?

**1.76.** Розрахуйте масу фосфор (V) оксиду та масу силіцій діоксиду в їхній еквімолярній суміші масою 60,6 г.

**1.77.** Яка кількість речовини атомів Оксигену міститься в еквімолярній суміші натрій оксиду та алюміній оксиду масою 44,28 г?

**1.78.** Скільки атомів Нітрогену міститься у 54 г амоній карбонату (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, в якому масова частка домішок, що не містять Нітроген, дорівнює 20%?

**1.79.** Визначте кількість атомів Феруму в суміші, що містить 0,6 моль ферум (III) оксиду та 2,2 моль залізної окалини.

**1.80.** Скільки атомів Оксигену міститься в суміші карбон (IV) оксиду та сульфур (IV) оксиду об'ємом 5,6 л?

**1.81.** У суміші двох оксидів Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і FeO кількість речовини атомів Оксигену в 1,25 рази більша від кількості речовини атомів Феруму. Визначте масову частку (%) ферум (III) оксиду в суміші.

**1.82.** У сплаві число атомів Купруму вдвічі більше від числа атомів Аргентуму. Обчисліть масову частку (%) Аргентуму в сплаві.

**1.83.** Спеціальну посудину по черзі заповнювали газами і зважували за однакових умов. Маса її з озonom, аргонem та невідомим газом X становила відповідно 75 г, 71,4 г та 73,2 г. Визначте молярну масу невідомого газу.

**1.84.** Маса суміші азоту і кисню дорівнює 5,92 г, а об'єм — 4,704 л (н.у.). Скільки молекул азоту припадає на одну молекулу кисню?

**1.85.** Масові частки Алюмінію і Магнію в земній корі дорівнюють відповідно 8,8% і 2,3%. У скільки разів у земній корі атомів Алюмінію більше, ніж атомів Магнію?

**1.86.** Скільки атомів Гідрогену міститься в суміші метану (CH<sub>4</sub>) та етену (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) об'ємом 2,24 л?

**1.87.** Маса суміші азоту і карбон (IV) оксиду дорівнює 42,4 г, а об'єм — 31,36 л (н.у.). У скільки разів молекул азоту в суміші більше, ніж молекул карбон (IV) оксиду?

## Розділ 2. РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ ФОРМУЛАМИ

Використовуючи хімічні формули, можна проводити такі розрахунки:

- обчислювати відносну молекулярну та молярну маси речовини;
- визначати відношення мас елементів у сполуці та масові частки інших речовин, що містять ті ж самі елементи;
- встановлювати масову частку будь-якого елементу в хімічній сполуці;
- визначати масу речовини за відомою масою елементу, що входить до складу речовини;
- визначати кількість речовини елементу за відомою кількістю речовини вихідної сполуки;
- проводити розрахунки за формулами з використанням складених стехіометричних схем.

$M_r(\text{CuFeS}_2) = 184,$ $M(\text{CuFeS}_2) = 184 \text{ г/моль},$ $m(\text{Cu}) : m(\text{Fe}) : m(\text{S}) = 64 : 56 : 64 = 8 : 7 : 8$	$w(\text{Cu}) = \frac{64}{184} = 0,3478, \text{ або } 34,78\%,$ $w(\text{Fe}) = \frac{56}{184} = 0,3044, \text{ або } 30,44\%,$ $w(\text{S}) = \frac{64}{184} = 0,3478, \text{ або } 34,78\%,$ $w(\text{CuS}) = \frac{M(\text{CuS})}{M(\text{CuFeS}_2)} = \frac{96}{184} = 0,5217$
---	--



$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Fe}$ $\frac{9,2 \text{ г}}{184 \text{ г}} \rightarrow \frac{x \text{ г}}{56 \text{ г}}$ $x = 2,8 \text{ г}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ $\frac{x \text{ г}}{184 \text{ г}} \rightarrow \frac{6,4 \text{ г}}{64 \text{ г}}$ $x = 18,4 \text{ г}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{S}$ $\frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{x \text{ моль}}{2 \text{ моль}}$ $x = 4 \text{ моль}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ $\frac{3 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{x \text{ г}}{64 \text{ г}}$ $x = 192 \text{ г}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2$ $\frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{x \text{ л}}{44,8 \text{ л}}$ $x = 89,6 \text{ л}$
$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{S}$ $\frac{9,2 \text{ кг}}{184 \text{ кг}} \rightarrow \frac{y \text{ кг}}{64 \text{ кг}}$ $y = 3,2 \text{ кг}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{S}$ $\frac{y \text{ кг}}{184 \text{ кг}} \rightarrow \frac{11,2 \text{ кг}}{64 \text{ кг}}$ $y = 32,2 \text{ кг}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ $\frac{2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{y \text{ моль}}{1 \text{ моль}}$ $y = 2 \text{ моль}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{S}$ $\frac{y \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{80 \text{ г}}{64 \text{ г}}$ $y = 1,25 \text{ моль}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2$ $\frac{y \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \rightarrow \frac{5,6 \text{ л}}{44,8 \text{ л}}$ $y = 0,5 \text{ моль}$
$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ $\frac{9,2 \text{ т}}{184 \text{ т}} \rightarrow \frac{z \text{ т}}{64 \text{ т}}$ $z = 3,2 \text{ т}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Fe}$ $\frac{y_1 \text{ т}}{184 \text{ т}} \rightarrow \frac{5,6 \text{ т}}{56 \text{ т}}$ $y_1 = 18,4 \text{ т}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}$ $\frac{2 \text{ кмоль}}{1 \text{ кмоль}} \rightarrow \frac{x \text{ кг}}{64 \text{ кг}}$ $x = 128 \text{ кг}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{S}$ $\frac{x \text{ кг}}{184 \text{ кг}} \rightarrow \frac{4 \text{ кмоль}}{2 \text{ кмоль}}$ $x = 368 \text{ кг}$	$\text{CuFeS}_2 \rightarrow 2\text{SO}_2$ $\frac{2 \text{ кмоль}}{1 \text{ кмоль}} \rightarrow \frac{x \text{ м}^3}{44,8 \text{ м}^3}$ $x = 89,6 \text{ м}^3$

## I РІВЕНЬ

- 2.1. Розрахуйте масові частки Фосфору у сполуках, хімічні формули яких  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{P}_2\text{S}_3$ .
- 2.2. Як відносяться маси Сульфуру та Оксигену в сульфур діоксиді?
- 2.3. Визначте масову частку кристалізаційної води в глауберовій солі.
- 2.4. В якому масовому відношенні сполучені Ферум та Оксиген у залізній окалині?
- 2.5. Визначте масові частки всіх елементів (%), що входять до складу сульфатної кислоти.
- 2.6. В якій масі фосфор (V) оксиду міститься 6,2 г Фосфору?
- 2.7. Визначте масу Оксигену, який міститься в 31,6 г натрій тіосульфату, формула якого  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ?
- 2.8. Як відносяться маси: а) Аргентуму та Сульфуру в аргентум сульфіді; б) Кальцію, Карбону та Оксигену в кальцій карбонаті?
- 2.9. Вкажіть, в якій з наведених нижче речовин масова частка Хлору найбільша: а) хлорній кислоті; б) купрум (II) хлориді; в) хлор (VII) оксиді; г) хлоридній кислоті.
- 2.10. Яка з руд найбільш багата на вміст Купруму: а) халькозин ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ); б) азурит ( $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ); в) куприт ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ); г) халькопірит ( $\text{CuFeS}_2$ )?
- 2.11. В якій кількості речовини кальцій фосфату міститься: а) 20 г Са; б) 3,1 г фосфору; в) 0,03 моль фосфор (V) оксиду?
- 2.12. На ділянку поля потрібно внести 10 кг Нітрогену. Яку масу амоніачної селітри потрібно для цього використати?
- 2.13. Яку масу халькопіриту ( $\text{CuFeS}_2$ ) потрібно переробити, щоб одержати стільки міді, скільки її добули з халькозину ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) масою 2 т?
- 2.14. Скільки грамів Оксигену міститься в 16 г сульфуру триоксиду?
- 2.15. Скільки грамів Купруму міститься в мідному купоросі масою 35 г?
- 2.16. Яку масу амоніачної селітри потрібно використати, щоб внести у ґрунт 56 г Нітрогену?
- 2.17. В якій масі  $\text{NaOH}$  міститься 2 моль атомів Оксигену?
- 2.18. Скільки грамів Алюмінію міститься в: а) 40 г алюміній сульфату; б) 0,4 моль алюміній сульфіді?
- 2.19. Натрій гіпохлорит ( $\text{NaClO}$ ) використовується для відбілювання тканин. Скільки грамів Оксигену міститься в 160 г цієї солі?
- 2.20. Кристалогідрат алюміній сульфату складу  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  використовують для очистки води та у виробництві паперу. Розрахуйте масову частку води (%) в даному кристалогідраті.

## II РІВЕНЬ

- 2.21. Визначте, якій масі калій оксиду відповідає 500 кг калійного добрива, в якому масова частка калій хлориду становить 80%.

- 2.22.** Оксид невідомого елемента має склад  $E_2O_5$ . Масова частка Оксигену в ньому становить 74,07%. Встановіть невідомий елемент.
- 2.23.** Масова частка Сульфуру в сульфіді складу  $E_2S_3$  становить 60,76%. Встановіть невідомий елемент.
- 2.24.** З гірської породи масою 50 г, що містить мінерал куприт ( $Cu_2O$ ), одержали 40 г міді. Яка масова частка  $Cu_2O$  в даній породі (%)?
- 2.25.** Пічний попіл містить цінне калійне добриво — поташ, хімічна формула якого  $K_2CO_3$ . Масова частка поташу в попелі 40%. На певну ділянку поля потрібно внести 15 кг Калію. Яку масу пічного попелу потрібно для цього використати?
- 2.26.** Кісткове борошно містить кальцій фосфат, масова частка якого становить 88%. Визначте масу Фосфору, який міститься в 0,2 кг кісткового борошна.
- 2.27.** Технічний магній хлорид містить 15% домішок, які не містять атоми Магнію. Яка масова частка Mg (%) у вихідному препараті?
- 2.28.** В якій масі натрій сульфід міститься стільки ж Натрію, скільки його є в натрій фосфаті кількістю речовини 3 моль?
- 2.29.** В якій масі кальцій дигідрогенфосфату  $Ca(H_2PO_4)_2$  міститься стільки ж Фосфору, скільки його є у 2,5 моль ортофосфатної кислоти?
- 2.30.** Добування сульфатної кислоти відбувається шляхом проведення хімічних реакцій, які можна об'єднати за допомогою наступної стехіометричної схеми:  $FeS_2 \rightarrow 2SO_2 \rightarrow 2SO_3 \rightarrow 2H_2SO_4$ .
- а) Визначте масу сульфатної кислоти, яку можна добути з 12 кг піриту, масова частка домішок в якому становить 5%.
- б) Яку масу піриту потрібно використати для добування 200 т сульфатної кислоти? Масова частка домішок в піриті становить 10%.
- в) Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) витратиться на добування 25 кг сульфатної кислоти?
- 2.31.** Стехіометрична схема добування сульфатної кислоти з ферум (II) сульфідом:  $FeS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$ . Розрахуйте: а) об'єм сульфур діоксиду (н.у.), який можна добути з ферум (II) сульфідом масою 4,4 кг; б) масу сульфатної кислоти, яку можна добути з 1,12 м<sup>3</sup>  $H_2S$  (н.у.).
- 2.32.** Складіть стехіометричну схему для процесів, які описуються такими рівняннями хімічних реакцій:
- $$Al_2O_3 + 3CO = 2Al + 3CO_2;$$
- $$2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3;$$
- $$AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3 + 3NaCl.$$
- Розрахуйте масу алюміній гідроксиду, яку можна одержати з 10,2 кг алюміній оксиду.
- 2.33.** Склад свинцевих білил виражається формулою  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ . Яка маса Плюмбуму міститься в свинцевих білилах масою 77,5 г?
- 2.34.** З якою масою калій нітрату в ґрунт буде внесено стільки ж Нітрогену, скільки його вносять при використанні 13,2 кг амоній сульфату, формула якого  $(NH_4)_2SO_4$ ?
- 2.35.** Яку масу сульфатної кислоти можна одержати з 1 т залізного колчедану, масова частка  $FeS_2$  в якому 90%, якщо весь Сульфур буде витрачений на добування кислоти?
- 2.36.** Користуючись стехіометричною схемою  $3H_2 \rightarrow 2NH_3 \rightarrow 2NO \rightarrow 2NO_2 \rightarrow 2HNO_3$ , розрахуйте:
- а) масу нітратної кислоти, яку можна одержати з 30 л водню (н.у.);
- б) об'єм амоніаку (н.у.), який потрібно використати для добування 6,3 кг нітратної кислоти;
- в) об'єм водню (н.у.), необхідний для добування 2,24 см<sup>3</sup> амоніаку.
- 2.37.** Обчисліть масову частку (%) сульфур триоксиду в калій гідрогенсульфаті ( $KHSO_4$ ).
- 2.38.** Розрахуйте масову частку хлор (VII) оксиду (%) у хлорній кислоті, формула якої  $HClO_4$ .
- 2.39.** Визначте масову частку фосфор (V) оксиду (%) в калій гідрогенфосфаті формула якого  $K_2HPO_4$ .
- 2.40.** Яка маса Фосфору міститься в 300 кг фосфориту, масова частка кальцій фосфату в якому становить 90%?
- 2.41.** Масова частка ферум (III) оксиду в руді становить 95,0%. Розрахуйте масову частку Феруму у 2 т цієї руди. Домішки не містять сполук Феруму. Яку масу заліза можна добути з руди?
- 2.42.** Визначте масову частку Натрію в глауберовій солі, якщо відомо, що сіль містить домішки калій хлориду, масова частка яких становить 4,0%. Якою стане масова частка Натрію, якщо глауберова сіль буде містити домішки натрій карбонату, масова частка яких становитиме 4,0%?
- 2.43.** Яку масу поташу потрібно використати для одержання 500 кг скла, масова частка калій оксиду в якому становить 10%?
- 2.44.** Для внесення під картоплю на один гектар площі потрібно 60 кг Нітрогену. Розрахуйте масу амоніачної селітри, яку потрібно внести на ділянку розміром 0,05 га. Врахуйте, що масова частка домішок у селітрі становить 3%.
- 2.45.** Які маси Натрію та Хлору містяться у 200 кг кухонної солі, яка містить домішки магній хлориду, масова частка яких становить 2%?
- 2.46.** Залізна руда містить 60% мінералу магнетиту. Інші компоненти руди Феруму не містять. Розрахуйте масову частку (%) Феруму в даній руді.
- 2.47.** Масова частка магнітного залізняку в руді 40%, а червоного залізняку ( $Fe_2O_3$ ) — 50%. Усе решта — домішки, які не містять Феруму. Визначте, масу Феруму, що міститься у 2 т цієї руди.

- 2.48. 25 г хромової руди, в якій Хром перебуває у вигляді феруму (II) хроміту ( $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ ), містить 4 г Феруму. Визначте масову частку Хрому в цій руді (%).
- 2.49. Яку масу сульфатної кислоти можна одержати з 2,00 т залізного колчедану ( $\text{FeS}_2$ )? Масова частка домішок, що не містять Ферум, у руді становить 10%.
- 2.50. При повному термічному розкладі 62 г суміші, що містить цинк нітрат та ферум (III) нітрат, одержали 24,2 г суміші цинк оксиду та ферум (III) оксиду. Визначте масову частку (%) цинк нітрату в суміші солей.

### III РІВЕНЬ

- 2.51. Розрахуйте масову частку Аргентуму в технічному препараті аргентум нітрату, масова частка домішок в якому становить 8%.
- 2.52. Масова частка Нітрогену в суміші амоній фосфату ( $\text{NH}_4$ )<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> та амоній дигідрогенфосфату  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  становить 18,47%. Встановіть масову частку (%) Фосфору в цій суміші.
- 2.53. До складу суміші входить натрій гідрогенкарбонат, натрій карбонат та магній карбонат. Масові частки цих солей у суміші відповідно становлять 20%, 28% та 52%. Визначте масову частку Карбону в даній суміші (%).
- 2.54. Масова частка Нітрогену в суміші, що містить амоній хлорид  $\text{NH}_4\text{Cl}$  та амоній сульфат ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, становить 23,71%. Визначте масову частку Хлору (%) в суміші.
- 2.55. Розрахуйте масу бромід-йонів, які потраплять в організм людини при вживанні 30 мл мікстури, 100 мл якої містить 4 г еквімолярної суміші натрій броміду та калій броміду.
- 2.56. Обчисліть масову частку Феруму (%), який міститься в 117,8 г еквімолярної суміші ферум (III) оксиду та залізної окалини.
- 2.57. Масова частка Карбону в суміші кальцій карбиду  $\text{CaC}_2$  та алюміній карбиду  $\text{Al}_4\text{C}_3$  становить 26,89%. Визначте масову частку (%) Алюмінію у вихідній суміші карбідів.
- 2.58. Аналізуючи сплав заліза на вміст неметалів, у лабораторії спалили 20 г сплаву. При цьому виділилось 672 мл (н.у.) газової суміші, що містить сульфур діоксид та карбон діоксид, об'єми яких відносяться як 1:2. Розрахуйте масову частку (%) Сульфуру у вихідному сплаві.
- 2.59. Сплав заліза масою 10 г спалили. Виділився такий об'єм вуглекислого газу (н.у.), який можна виділити з питної соди  $\text{NaHCO}_3$  масою 1,4 г. Розрахуйте масову частку домішок Карбону у сплаві (%).
- 2.60. У 300 мл розчину міститься 0,2 моль еквімолярної суміші цинк хлориду та натрій хлориду. Розрахуйте масу хлорид-йонів, які будуть міститись в одержаному розчині об'ємом 0,1 л.
- 2.61. Розрахуйте масову частку Карбону (%) в еквімолярній суміші кальцієваної соди та питної соди масою 120 г.

- 2.62. Цинкові руди використовують для переробки на метал, якщо масова частка Цинку в них не нижча від 3%. Якщо це руда, що містить цинк карбонат, то визначте масову частку (%)  $\text{ZnCO}_3$  в цій руді, щоб вона була придатна для переробки.
- 2.63. У 5 г хромової руди, в якій Хром перебуває у вигляді ферум (II) хроміту, формула якого  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ , міститься 0,8 г Феруму. Розрахуйте масові частки (%): а) Хрому в цій руді; б) хром (III) оксиду в цій руді.
- 2.64. У залізній руді міститься магнітний залізняк, масова частка якого становить 80%, а решта — це домішки, що не містять Феруму. Яку масу руди використали для одержання 1,5 т заліза, масова частка домішок в якому не перевищувала 0,02%?
- 2.65. Масова частка Калію в суміші калій хлориду та натрій хлориду становить 40,73%. Визначте масову частку (%) калій хлориду у вихідній суміші солей.

### Розділ 3. ЗНАХОДЖЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФОРМУЛИ РЕЧОВИНИ

Найпростіша формула вказує, які хімічні елементи входять до складу сполуки та як відносяться їхні кількості речовин. Молекулярна формула вказує на кількісний та якісний склад даної речовини. При розв'язуванні задач на знаходження формули речовини потрібно пам'ятати:

- для знаходження найпростішої формули достатньо знати масові частки елементів, що входять до складу речовини, або відношення їхніх кількостей речовин;
- для знаходження істинної формули потрібно знати найпростішу формулу речовини та її молярну масу;
- для знаходження формули речовини у випадку взаємодії та утворення газоподібних речовин достатньо знати відношення кількостей речовин або відношення об'ємів речовин, що взаємодіють чи утворюються.

### I РІВЕНЬ

- 3.1. Хімічна сполука містить Фосфор та Оксиген. Масові частки цих елементів відповідно становлять 43,66% та 56,34%. Визначте формулу сполуки.
- 3.2. Визначте формулу сполуки, яка може бути одержана при сполученні 7 г силіцію та 8 г кисню.
- 3.3. До складу речовини входить Гідроген, Фосфор та Оксиген, масові частки яких відповідно становлять 3,06%, 31,63% та 65,31%. Визначте формулу речовини.
- 3.4. До складу карбон оксиду входить 27,27% С. Визначте формулу оксиду.



- 3.5. Визначте формулу сполуки, що складається з Ca, S та O, маси яких відносяться відповідно як 5:4:8.
- 3.6. Хімічна сполука складається з атомів Купруму, Сульфуру та Оксигену. Відомо, що їхні маси відносяться відповідно як 2:1:2. Визначте формулу хімічної сполуки.
- 3.7. Складна речовина невідомого складу масою 6,2 г містить 1,2 г C, 4,8 г O та Гідроген. Визначте хімічну формулу речовини.
- 3.8. Визначте формулу сполуки, яка складається з атомів Фосфору та Сульфуру, маси яких відносяться відповідно як 31:48.
- 3.9. Масова частка Карбону в сполуці з Гідрогеном становить 92,31%. Відносна густина цієї сполуки за воднем становить 13. Визначте молекулярну формулу сполуки.
- 3.10. При спалюванні сполуки невідомого складу масою 0,29 г, що містить Карбон та Гідроген, одержали 448 мл карбон діоксиду (н.у.) та 0,45 г водяної пари. Відносна густина парів сполуки за воднем становить 29. Визначте формулу сполуки.
- 3.11. Для повного спалювання сполуки Карбону з Гідрогеном об'ємом 1 л використали 6 л кисню. У результаті реакції утворилось 4 л вуглекислого газу та 4 л водяної пари. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте формулу невідомого вуглеводню.
- 3.12. Визначте молекулярні формули речовин, використовуючи такі дані про їхній кількісний та якісний склад:
- речовина містить Натрій, Сульфур та Оксиген. Масові частки Натрію та Сульфуру в сполуці відповідно становлять 32,4% та 22,5%;
  - кристалогідрат містить Магній, Сульфур, Оксиген та кристалізаційну воду. Їхні масові частки відповідно становлять 9,76%, 13,01%, 26,02% та 51,21%;
  - сіль містить Калій, Хром та Оксиген. Масові частки Калію та Хрому відповідно становлять 26,53% та 35,37%;
  - кристалогідрат містить Ферум, Сульфур, Оксиген та кристалізаційну воду, масові частки яких відповідно становлять 20,14%, 11,51%, 23,02% та 45,33%.
- Вважайте, що найпростіші формули у кожному випадку є істинними.
- 3.13. Спалили органічну речовину масою 6,9 г. Утворилось 13,2 г карбон діоксиду та 8,1 г води. Визначте молекулярну формулу речовини, коли відомо, що 400 см<sup>3</sup> її парів (н.у.) мають масу 0,82 г.
- 3.14. Магній масою 7,2 г сполучається з 4,8 г Оксигену. Визначте формулу сполуки.
- 3.15. Визначте молекулярну формулу сполуки, що містить Карбон, Оксиген та Гідроген і має молярну масу 60 г/моль. Масові частки Карбону та Оксигену в сполуці становлять 40% та 53,33%.
- 3.16. Визначте формули речовин, виходячи з таких даних: а) масова частка Хлору в оксиді Хлору становить 38,8%; б) речовина містить Магній, Фосфор та Оксиген. Масові частки Магнію та Фосфору в сполуці становлять 21,62% та 27,93%; в) сіль містить Калій, Сульфур та Оксиген, масові частки яких відповідно становлять 44,83%, 18,39% та 36,78%. Вважайте, що найпростіші формули в кожному випадку є істинними.
- 3.17. Залізо масою 14 г повністю прореагувало з киснем об'ємом 3,73 л (н.у.) з утворенням оксиду. Визначте формулу оксиду, що утворився.
- 3.18. Визначте молекулярну формулу речовини, що містить Карбон, Нітроген та Гідроген. Маса 1 л парів сполуки (н.у.) дорівнює 4,15 г. Масові частки Карбону та Нітрогену відповідно становлять 77,4% та 15,1%.
- 3.19. 10 г речовини містить 0,25 г Гідрогену, 3,9 г Сульфуру та Оксиген. Визначте формулу речовини.
- 3.20. Визначте формулу сполуки, що містить атоми Феруму та Оксигену, яка утворюється при сполученні 0,14 г атомів Феруму та 0,06 г атомів Оксигену.
- 3.21. Визначте формули сполук, які можуть бути одержані при сполученні: а) 36 г атомів Магнію та 14 г атомів Нітрогену; б) 2,7 г атомів Алюмінію та 0,9 г атомів Карбону.
- 3.22. При спалюванні 8 г органічної речовини утворилось 11,73 г карбон діоксиду та 4,8 г води. Визначте молекулярну формулу речовини, знаючи, що 8 г її парів займає об'єм 5,97 л (н.у.).
- 3.23. До складу одного з добрив входить Карбон, Оксиген, Нітроген та Гідроген. Масові частки Карбону, Оксигену та Нітрогену відповідно становлять 0,2000, 0,2667, 0,4667. Відомо, що молекулярна формула речовини така ж сама, як і найпростіша.
- 3.24. При спалюванні 12 г газу утворилось 16,8 л карбон діоксиду (н.у.) та 27 г води. 1 л газу за нормальних умов важить 0,714 г. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.25. Невідома речовина містить Карбон, Гідроген та Оксиген. Масові частки Карбону та Гідрогену у сполуці відповідно становлять 39,97% та 6,73%. 300 см<sup>3</sup> її парів за нормальних умов мають масу 2,41 г. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.26. При спалюванні 5,6 л газу (н.у.) одержали 16,8 л карбон діоксиду, виміряного за нормальних умов, та 13,5 г води. 1 л цього газу за нормальних умов має масу 1,875 г. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.27. При повному спалюванні 7,98 г речовини утворилось 2,35 л (н.у.) карбон діоксиду та 13,44 г сірчастого газу. Визначте формулу речовини.
- 3.28. При спалюванні 4,2 г речовини одержали 13,2 г вуглекислого газу та 5,4 г води. Відносна густина парів цієї речовини за повітрям становить 2,9. Визначте склад молекули речовини.

- 3.29. Відносна густина парів речовини за воднем становить 45. Речовина містить Карбон, Гідроген та Оксиген. Масові частки Карбону та Гідрогену в сполуці відповідно становлять 0,2667 та 0,0224. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.30. Молярна маса сполуки Нітрогену з Гідрогеном становить 32 г/моль. Визначте формулу цієї сполуки, якщо масова частка Нітрогену в ній становить 0,875.
- 3.31. Визначте формулу сполуки Карбону з Алюмінієм, якщо відомо, що масова частка Алюмінію в ній становить 75%.
- 3.32. Для спалювання 20 л невідомого газу використали 30 л кисню. При цьому утворилось 20 л сульфур діоксиду та 20 л водяної пари. Визначте формулу речовини. Виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 3.33. Під час вибуху газової суміші, що містила 1500 мл невідомого газу та 3000 мл кисню, утворилось 3 л карбон діоксиду та 1500 мл азоту. Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте молекулярну формулу невідомого газу.
- 3.34. На спалювання 4 мл невідомої сполуки Гідрогену та Карбону витратили 18 мл кисню. При цьому утворилось 12 мл вуглекислого газу та 12 мл водяної пари. Визначте молекулярну формулу речовини. Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 3.35. При спалюванні невідомої речовини одержали 2,64 г карбон діоксиду, 1,62 г води та 1,92 г сульфур діоксиду. Визначте найпростішу формулу речовини, знаючи, що Оксиген у ній відсутній.
- 3.36. Відносна густина парів невідомої речовини за повітрям становить 1,1. При спалюванні її певної маси утворилось 0,27 г води та 168 мл азоту (н.у.). Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.37. На повне спалювання 2 см<sup>3</sup> органічної речовини витратили 12 мл кисню. При цьому утворилось 8 мл карбон діоксиду та 8 мл водяної пари. Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.38. При спалюванні 23 г речовини густиною 2,05 г/л (н.у.) одержали 44 г карбон діоксиду та 27 г води. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.39. При повному спалюванні 6 л парів невідомої органічної речовини виділилось 36 л карбон діоксиду та 18 л водяної пари. При цьому витратили 45 л кисню. Визначте формулу невідомого вуглеводню. Усі виміри проводились за однакових умов.

## II РІВЕНЬ

- 3.40. При розкладі солі, що містить атоми Карбону, Купруму, Гідрогену та Оксигену, утворилось 4,8 г купрум (II) оксиду, 1,32 г карбон діоксиду та 0,54 г води. Визначте молекулярну формулу речовини.

- 3.41. При спалюванні 1,44 г речовини одержали 0,53 г кальцінованої соди, 1,456 л карбон діоксиду (н.у.) та 0,45 г води. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.42. Густина парів невідомої речовини за воднем становить 44,5. Відомо, що при спалюванні 10 г цієї речовини одержали 7,551 л CO<sub>2</sub> (н.у.) та 1,258 л N<sub>2</sub> (н.у.), а також 7,083 г води. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.43. Органічна речовина містить Карбон та Гідроген, масові частки яких відповідно становлять 85,71% та 14,29%. Визначте молекулярну формулу речовини, якщо 42 г її парів при 12°C і тиску 5 атм займають об'єм 3,51 л.
- 3.44. Скло містить натрій оксид, кальцій оксид та силіцій оксид, масові частки яких становлять відповідно 13%, 11,7% та 75,3%. Встановіть формулу скла і запишіть її у вигляді комбінації оксидів.
- 3.45. Знайдіть формулу кристалогідрату натрій карбонату, якщо його кількість масою 14,3 г зменшилась після висушування до 5,3 г.
- 3.46. Визначте формулу криоліту, якщо масові частки натрій фториду та алюміній фториду в ньому становлять відповідно 0,6 та 0,4.
- 3.47. При зневодненні 4,56 г кристалогідрату магній сульфату одержали 2,4 г твердої речовини. Визначте формулу кристалогідрату.
- 3.48. Визначте формулу кристалогідрату цинк фосфату, якщо відомо, що масова частка солі в ньому становить 84,2%.
- 3.49. Визначте формулу речовини, що складається з Карбону, Гідрогену та Оксигену, маси яких відносяться відповідно як 6:1:8. Відомо, що густина парів речовини за повітрям становить 2,07.
- 3.50. Кристалогідрат натрій броміду масою 1,39 г помістили в розчин, де є надлишок аргентум нітрату. Одержали 1,88 г осаду. Визначте формулу кристалогідрату.

## III РІВЕНЬ

- 3.51. Газову суміш, що утворилась при спалюванні 9 г невідомої речовини, спочатку пропустили над фосфор (V) оксидом, а потім крізь розчин кальцій гідроксиду. При цьому маса склянки з фосфор (V) оксидом збільшилась на 13,5 г, а в розчині луку утворилось 12,5 г кальцій карбонату та 40,5 г кальцій гідрогенкарбонату. Визначте формулу речовини.
- 3.52. Пари невідомої органічної речовини масою 2,7764 г при 220°C і тиску 747 мм рт. ст. займають об'єм 840 мл. Речовина містить Карбон, Гідроген та Оксиген. Масові частки Карбону та Гідрогену в сполуці відповідно становлять 70,7% та 5,88%. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.53. Визначте формулу сполуки Нітрогену з Гідрогеном, якщо при її спалюванні утворюється азот та вода, маси яких відносяться відповідно як 7:9. Маса 320 мл парів вихідної речовини при тиску 1 атм і температурі 117°C дорівнює 0,32 г.

- 3.54. Кріоліт містить атоми Натрію, Флуору та Алюмінію. Масова частка Натрію в ньому становить 32,86%. Визначте молекулярну формулу кріоліту.
- 3.55. Маса 2 м<sup>3</sup> газу, що є хімічною сполукою Силіцію з Гідрогеном, при температурі 27°C і тиску 2 атм становить 5203 г. Визначте молекулярну формулу газу, назвіть його.
- 3.56. Визначте об'єм розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,154 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою розчиненої речовини 18%, який витратиться на нейтралізацію продуктів повного гідролізу 13,75 г сполуки Фосфору з Хлором, в якій маси елементів відносяться відповідно як 2:7.
- 3.57. При спалюванні 6,2 г речовини одержали 4,94 л карбон діоксиду, виміряного при 20°C і тиску 740 мм рт. ст. Масові частки Нітрогену та Гідрогену в речовині становлять відповідно 45,16% та 16,13%. Визначте молекулярну формулу речовини.
- 3.58. При спалюванні 15 г органічної речовини одержали 1,64 л азоту, виміряного при температурі 27°C і тиску 1,5 атм. Речовина містить атоми Карбону та Гідрогену, масові частки яких становлять відповідно 32% та 6,7%. Визначте формулу речовини.
- 3.59. Речовина певної маси містить 15,6 г металу, 19,2 г Оксигену, 0,4 г Гідрогену та 12,8 г Сульфуру. Визначте формулу цієї речовини.
- 3.60. Речовина певної маси містить 30 г металу, 3 г Гідрогену, 46,5 г Фосфору та 96 г Оксигену. Визначте формулу цієї речовини.
- 3.61. Речовина масою 70 г містить 1 г Гідрогену, 12 г Карбону, 48 г Оксигену, решта — невідомий метал. Визначте формулу цієї речовини.
- 3.62. Сіль містить елемент X, Гідроген, Сульфур і Оксиген, маси яких відносяться відповідно як 12:1:32:64. Визначте формулу цієї солі.
- 3.63. Сіль містить елемент X, Нітроген, Фосфор і Оксиген, маси яких відносяться відповідно як 9:28:31:64. Визначте формулу цієї солі.
- 3.64. Масова частка Оксигену в кристалогідраті кальцій нітрату 0,7627. Визначте формулу кристалогідрату.

#### Розділ 4. ХІМІЧНИЙ ЕКВІВАЛЕНТ РЕЧОВИНИ

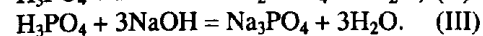
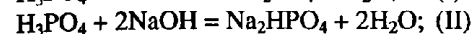
Хімічним еквівалентом речовини називають умовну частинку цієї речовини, яка в хімічних реакціях сполучається з одним атомом чи йоном Гідрогену або заміщує його. Хімічний еквівалент речовини скорочено називають еквівалентом речовини.

Наприклад, у реакції  $2\text{HCl} + \text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  два атоми Гідрогену в HCl реагують з однією молекулою  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Можна припустити, що з одним атомом Гідрогену реагує умовна частинка, яка дорівнює  $\frac{1}{2}$  молекули

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Цю частинку називають еквівалентом  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Число  $\frac{1}{2}$  називається фактором еквівалентності ( $f_{\text{екв.}}$ ). Для даної реакції  $f_{\text{екв.}}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2}$ .

Для кислоти фактор еквівалентності дорівнює величині, оберненій її основності.  $f_{\text{екв.}}(\text{кислоти}) = \frac{1}{N(\text{H}^+)}$ . Основність ( $N(\text{H}^+)$ ) визначається числом

йонів  $\text{H}^+$  у молекулі кислоти, які в реакції заміщуються на метал. Наприклад:



Для реакції (I) —  $f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1$ . Для реакції (II) —  $f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{2}$ . Для

реакції (III) —  $f_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3}$ .

Фактор еквівалентності для основи дорівнює величині, оберненій її кислотності.  $f_{\text{екв.}}(\text{основи}) = \frac{1}{N(\text{OH}^-)}$ . Кислотність ( $N(\text{OH}^-)$ ) визначається числом

йонів  $\text{OH}^-$  у молекулі основи, які в реакції заміщуються на кислотні залишки.

Наприклад, для реакції  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl} = \text{AlOHC}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   $f_{\text{екв.}}(\text{Al}(\text{OH})_3) = \frac{1}{2}$ .

Молярна маса еквівалентів речовини X — це добуток фактора еквівалентності на молярну масу цієї речовини:

$$M_{\text{екв.}}(X) = f_{\text{екв.}}(X) \cdot M(X) \text{ (г/моль)}.$$

Молярну масу еквівалентів речовини також називають еквівалентною масою.

Кількість еквівалентів речовини — це відношення маси речовини до молярної маси еквівалентів цієї речовини:

$$\nu_{\text{екв.}}(X) = \frac{m(X)}{M_{\text{екв.}}(X)} \text{ (моль)}.$$

Закон еквівалентів. Кількості еквівалентів речовин, які взаємодіють і утворюються, однакові. Тобто для реакції  $A + B = C + D$  виконуються рівності  $\nu_{\text{екв.}}(A) = \nu_{\text{екв.}}(B) = \nu_{\text{екв.}}(C) = \nu_{\text{екв.}}(D)$ . Звідси випливає:

$$\frac{m(A)}{M_{\text{екв.}}(A)} = \frac{m(B)}{M_{\text{екв.}}(B)} = \frac{m(C)}{M_{\text{екв.}}(C)} = \frac{m(D)}{M_{\text{екв.}}(D)},$$

$$\frac{m(A)}{m(B)} = \frac{M_{\text{екв.}}(A)}{M_{\text{екв.}}(B)}, \quad \frac{m(A)}{m(C)} = \frac{M_{\text{екв.}}(A)}{M_{\text{екв.}}(C)}, \quad \frac{m(A)}{m(D)} = \frac{M_{\text{екв.}}(A)}{M_{\text{екв.}}(D)},$$

$$\frac{m(B)}{m(C)} = \frac{M_{\text{екв.}}(B)}{M_{\text{екв.}}(C)}, \quad \frac{m(B)}{m(D)} = \frac{M_{\text{екв.}}(B)}{M_{\text{екв.}}(D)}.$$

Молярну масу еквівалентів складної речовини можна розрахувати, наприклад, таким чином:

$$\begin{aligned} M_{\text{екв.}}(\text{Al}_2\text{O}_3) &= M_{\text{екв.}}(\text{Al}) + M_{\text{екв.}}(\text{O}); \\ M_{\text{екв.}}(\text{H}_3\text{PO}_4) &= M_{\text{екв.}}(\text{H}^+) + M_{\text{екв.}}(\text{PO}_4^{3-}); \\ M_{\text{екв.}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) &= M_{\text{екв.}}(\text{Na}^+) + M_{\text{екв.}}(\text{SO}_4^{2-}); \\ M_{\text{екв.}}(\text{NaOH}) &= M_{\text{екв.}}(\text{Na}^+) + M_{\text{екв.}}(\text{OH}^-). \end{aligned}$$

### I РІВЕНЬ

- 4.1. Масова частка Оксигену в оксиді невідомого елемента становить 31,58%. Визначте цей елемент.
- 4.2. При взаємодії оксиду невідомого металу масою 1,2 г з воднем утворилось 0,27 г води. Визначте формулу оксиду.
- 4.3. Масова частка металу в його хлориді становить 36%. Визначте формулу хлориду.
- 4.4. При взаємодії 1,3 г гідроксиду невідомого металу із сульфатною кислотою утворилось 2,85 г солі. Визначте метал.
- 4.5. При взаємодії 2,7 г оксиду невідомого металу з нітратною кислотою одержали 6,3 г солі. Визначте хімічну формулу одержаної солі.
- 4.6. Використавши 290 г гідроксиду невідомого металу, одержали його бромід масою, у 3,17 разу більшою від використаного гідроксиду. Визначте невідомий метал, що входив до складу гідроксиду.
- 4.7. При спалюванні 12 г металу X у надлишку кисню одержали 22,67 г його оксиду. Визначте молярну масу еквівалентів металу X.
- 4.8. Масова частка невідомого елемента в його сполучі з Оксигеном становить 50%. Визначте, що це за елемент.
- 4.9. При взаємодії 2,5 г карбонату невідомого металу з нітратною кислотою одержали 4,1 г нітрату цього металу. Визначте молярну масу еквівалентів металу.
- 4.10. Відомо, що 7 г невідомого металу заміщує 0,215 г Гідрогену з кислоти. Визначте метал.
- 4.11. При розчиненні 16,25 г металу в хлоридній кислоті виділилось 5,6 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). Що це за метал? Визначте молярну масу його еквівалентів.
- 4.12. Невідомий метал масою 19,2 г розчинили в нітратній кислоті, одержавши при цьому 56,4 г солі. Визначте молярну масу еквівалентів металу.

- 4.13. При розчиненні у воді 0,2 кг невідомого металу одержали 0,112 м<sup>3</sup> водню, виміряного за нормальних умов. Визначте формулу одержаного гідроксиду.
- 4.14. При спалюванні 0,7 г невідомого металу одержали 1,17 г його оксиду. Визначте метал.
- 4.15. Невідомий метал масою 18 г замінив 1,5 г Гідрогену з кислоти. Розрахуйте значення молярної маси еквівалентів металу.
- 4.16. Однакова маса металу сполучається з 0,4 г кисню та 3,1 г кислотного залишку. Визначте молярну масу еквівалентів кислоти.

### II РІВЕНЬ

- 4.17. При спалюванні 2,4 г невідомого металу в закритій посудині, наповненій киснем, об'єм газу зменшився на 1,12 дм<sup>3</sup>. Визначте метал.
- 4.18. Для розчинення 18,5 г гідроксиду невідомого металу використали 250 см<sup>3</sup> 2 М розчину нітратної кислоти. Визначте формулу гідроксиду металу.
- 4.19. У розчин, що містить 22,52 г аргентум нітрату, помістили пластинку масою 10 г, виготовлену з невідомого металу. Після повного витіснення срібла маса пластинки збільшилась у 2 рази. Визначте метал та молярну масу еквівалентів металу.
- 4.20. Колбу об'ємом 8 л наповнили хлором (н.у.). Після окиснення в ній невідомого металу масою 12,8 г тиск у посудині зменшився на 56%. Визначте молярну масу еквівалентів металу.
- 4.21. При прожарюванні 1 г оксиду невідомого металу в струмені водню виділилась така кількість води, яку можна одержати при повному окисненні 280 мл водню (н.у.). Визначте молярні маси еквівалентів металу та його оксиду.
- 4.22. Для розчинення 320 г невідомого металу потрібно використати 300 мл розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 90% та густиною 1,815 г/см<sup>3</sup>. Визначте молярну масу еквівалентів металу та об'єм газу, який утворився під час реакції (н.у.).
- 4.23. Визначте молярну масу еквівалентів металу, для відновлення оксиду якого масою 17 г потрібно використати стільки водню, скільки його виділяється при повній взаємодії цинку масою 32,5 г з хлоридною кислотою.
- 4.24. При взаємодії ортофосфатної кислоти з розчином натрій гідроксиду одержали натрій дигідрогенфосфат. Визначте молярну масу еквівалентів ортофосфатної кислоти.
- 4.25. У розчин розбавленої сульфатної кислоти помістили металеву пластинку масою 30 г. Після витіснення 4480 мл водню (н.у.) маса пластинки

- зменшилась на 74,67%. Визначте, з якого металу була виготовлена пластинка.
- 4.26. Розрахуйте молярні маси еквівалентів калій перманганату в реакціях, рівняння яких наводяться нижче:
- а)  $3\text{MnSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{Zn}(\text{OH})_2 = 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $2\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
- 4.27. Розрахуйте молярні маси еквівалентів нітратної кислоти в реакціях, рівняння яких наведені нижче:
- а)  $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 б)  $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
- 4.28. Розставте коефіцієнти та визначте молярну масу еквівалентів сульфатної кислоти в кожній реакції, схеми яких наведені нижче:
- а)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ .
- 4.29. На розчинення 2,06 г гідроксиду невідомого металу витратили 30 мл 1 М розчину сульфатної кислоти. Визначте молярну масу еквівалентів металу, що входив до складу гідроксиду.

### III РІВЕНЬ

- 4.30. Для реакції добування хлору при дії концентрованої хлоридної кислоти на розчин калій перманганату було використано 500 мл розчину калій перманганату з молярною концентрацією еквівалентів солі 0,1 моль/л. Визначте масу калій перманганату, що містився в розчині, і молярну масу еквівалентів калій перманганату в даній реакції.
- 4.31. При взаємодії 12 г невідомого металу з розбавленою нітратною кислотою виділилось 2,8 л газу (н.у.). Відомо, що газ на повітрі самовільно окиснюється. Визначте метал і молярну масу еквівалентів металу. Напишіть рівняння реакцій взаємодії цього металу з концентрованими розчинами нітратної та сульфатної кислот.
- 4.32. При взаємодії 10,8 г металу з розчином нітратної кислоти виділилось 693 мл газу, виміряного при 27°C та тиску 120 кПа. Одержаний газ окиснюється з утворенням бурого газу. Визначте метал і молярну масу еквівалентів металу.
- 4.33. Арсен утворює два оксиди, масові частки Оксигену в яких становлять відповідно 34,8% та 24,2%. Визначте молярну масу еквівалентів Арсену в кожному з оксидів.
- 4.34. Визначте масову частку домішок (%) у залізній дротині, якщо після розчинення 0,28 г її в сульфатній кислоті без доступу повітря на тит-

рування одержаного розчину витратили 49,7 мл розчину калій перманганату з молярною концентрацією еквівалентів солі 0,1 моль/л.

- 4.35. При взаємодії з водою 0,8 г сполуки невідомого металу з Гідрогеном виділилось 2,25 л водню, виміряного при температурі 17°C і тиску 107 кПа. Визначте молярну масу еквівалентів невідомого металу.
- 4.36. Яку масу ферум (II) сульфату можна окиснити в присутності сульфатної кислоти за допомогою 0,4 л розчину калій перманганату з молярною концентрацією еквівалентів солі 0,25 моль/л?
- 4.37. Яку масу калій перманганату, підкисленого сульфатною кислотою, потрібно взяти для приготування розчину з молярною концентрацією еквівалентів солі 0,02 моль/л, необхідного на титрування 20 мл розчину ферум (II) сульфату з молярною концентрацією розчиненої речовини 0,05 моль/л? Який об'єм матиме виготовлений розчин окисника?

## Розділ 5. ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН І ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

### Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА. БУДОВА АТОМА. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

#### I РІВЕНЬ

- 5.1. До якої групи і якого періоду належать елементи, електронні формули яких закінчуються так: а)  $\dots 3s^2 3p^6 4s^2$ ; б)  $\dots 2p^6 3s^2$ ; в)  $\dots 5d^6 6s^2$ ; г)  $\dots 4d^{10} 5s^2$ ; д)  $\dots 4s^2 4p^3$ ?
- 5.2. Десять металів (Натрій, Калій, Магній, Кальцій, Манган, Ферум, Кобальт, Купрум, Цинк, Молибден) називають біометалами тому, що вони відіграють важливу роль у життєвих процесах. Охарактеризуйте електронну будову атомів цих елементів.
- 5.3. В атомі якого елемента — Калію чи Цезію — зв'язок валентних електронів з ядром сильніший? Поясніть чому.
- 5.4. Розрахуйте кількість протонів та нейтронів у ядрі атома нукліду Аргентуму з масовим числом 107.
- 5.5. Визначте склад атомів таких нуклідів:
- | Масове число | 79 | 81 | 54 | 56 | 12 | 13 | 14 | 30 | 31 | 33 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Елемент      | Br | Br | Fe | Fe | C  | C  | C  | P  | P  | P  |
- 5.6. Атому якого елемента відповідає кожна з наведених електронних формул:  
 а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ ;      б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ ;  
 в)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ ;      г)  $1s^2 2s^2 2p^2$ ?

- 5.7. Елемент має таку електронну будову атома:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ . Вкажіть:
- номер періоду, в якому він міститься;
  - максимальний валентний стан атома;
  - до якої групи періодичної системи належить даний елемент?
- 5.8. Скільки протонів містить ядро елемента, електронна формула якого закінчується так:  $\dots 3s^2 3p^3$ ?
- 5.9. Розрахуйте число протонів та нейтронів в ядрі атома Бісмуту з масовим числом 209.
- 5.10. Напишіть електронні формули таких йонів:  $Fe^{3+}$ ,  $Se^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Al^{3+}$ .
- 5.11. Запропонуйте формули двох сполук, до складу яких входять лише йони з електронною конфігурацією  $1s^2 2s^2 2p^6$ .
- 5.12. Запропонуйте формули двох сполук, до складу яких входять позитивні йони з електронною конфігурацією  $1s^2$  та негативні йони з електронною конфігурацією  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .
- 5.13. Чи можуть електрони йону  $Ca^{2+}$  розташовуватись на таких атомних орбіталях: а) 3s; б) 3d; в) 4p?

5.14. Заповніть таблицю:

Йон	Кількість нейтронів у найбільш поширеному нукліді	Кількість протонів	Загальна кількість електронів	Кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні
$S^{2-}$	16	16	18	8
$Cl^-$				
$Ca^{2+}$				
$Al^{3+}$				
$O^{2-}$				

- 5.15. Який з йонів  $K^+$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Se^{2-}$ ,  $Fe^{3+}$  має електронну структуру, найбільш подібну до електронної структури атома Аргону? Відповідь мотивуйте.
- 5.16. Напишіть електронні формули йонів:  $Mg^{2+}$ ,  $Br^-$ ,  $Br^{5+}$ ,  $I^{3+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Na^+$ . Вкажіть: а) загальне число електронів для кожного йону; б) скільки електронів мають відмічені йони на їхньому зовнішньому енергетичному рівні.
- 5.17. Атом елемента має таку електронну конфігурацію:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ . Встановіть:
- порядковий номер елемента;
  - максимально можливу ступінь окиснення елемента;
  - валентність елемента в його сполуці з Гідрогеном.
- 5.18. Користуючись інформацією, наведеною в таблиці, виберіть серед елементів різновиди нуклідів (ізотопи, ізобари). Чи є серед них ізотони?

A	6	12	3	19	17	13	20	13	20	12	6	4	16	18
Елемент	Li	C	He	F	O	C	F	N	Ne	B	Be	He	O	O
Z	3	6	2	9	8	6	9	7	4	5	4	2	8	8

- 5.19. Як пояснити, що атоми Флуору та Хлору, маючи аналогічну електронну конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня, проявляють різні валентні стани? Вкажіть, які саме.
- 5.20. Атоми яких елементів другого періоду не проявляють валентності, яка дорівнює номеру групи? Поясніть цей факт, виходячи з електронної теорії будови атомів.
- 5.21. У якій парі йонів розподіл електронів по енергетичних рівнях більш подібний: у  $Ba^{2+}$  і  $Cs^+$  чи у  $Ba^{2+}$  і  $Hg^{2+}$ ? Відповідь обґрунтуйте.
- 5.22. Скільки різних видів молекули складу  $N_2O$  можна одержати з нуклідів  $^{14}N$  та  $^{15}N$  і нуклідів  $^{16}O$  та  $^{17}O$ ?
- 5.23. Наведіть приклади ізоелектронних йонів атому Аргону.
- 5.24. Запишіть знаки хімічних елементів Na, Mg, Al та Ba в порядку зростання їхніх металічних властивостей.
- 5.25. Виходячи з електронної теорії будови атомів, складіть формули бінарних сполук, утворених елементами: а) Флуору та Фосфору; б) Брому та Хлору; в) Сульфуру та Флуору; г) Алюмінію та Силіцію; д) Нітрогену та Калію; е) Сульфуру та Селену; є) Сульфуру та Йоду; ж) Флуору та Йоду.
- 5.26. На прикладі сполук елементів другого періоду з Гідрогеном та Оксигеном прокоментуйте закономірності у зміні валентності за Гідрогеном та валентності за Оксигеном.
- 5.27. Вкажіть назву елемента та його порядковий номер, якщо відомо, що валентність його за воднем дорівнює одиниці, а формула вищого оксиду —  $E_2O_7$ . Усі електрони розміщуються на трьох енергетичних рівнях.
- 5.28. Розмістіть наведені нижче знаки хімічних елементів у порядку зростання неметалічних властивостей відповідних атомів:
- F, Sn, O, Te;
  - Pb, Br, I, F, Cl.
- 5.29. Розмістіть наведені формули гідроксидів у порядку зростання їхніх основних властивостей:  $NaOH$ ,  $LiOH$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $KOH$ ,  $Ba(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$ .
- 5.30. Вкажіть найнижчі можливі ступені окиснення для атомів Сульфуру, Нітрогену, Силіцію, Йоду в їхніх сполуках з атомами інших елементів.
- 5.31. Розмістіть наведені йони в порядку зменшення їхніх відновних властивостей:  $Cl^-$ ,  $At^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $F^-$ .
- 5.32. Розмістіть наведені формули оксидів у порядку зростання їхніх кислотних властивостей:  $BeO$ ,  $SO_3$ ,  $SO_2$ ,  $SiO_2$ .
- 5.33. Скільки електронів та протонів містять такі йони:  $OH^-$ ,  $H_3O^+$ ,  $NH_4^+$ ?
- 5.34. Напишіть рівняння реакції взаємодії між оксидом елемента, розміщеного у третій групі періодичної системи елементів, та оксидом елемента, який міститься в I групі. Назвіть продукт реакції.
- 5.35. Яка різниця в кількості електронів у таких атомах та йонів:
- N та  $N^{3-}$ ;
  - K та  $K^+$ ;
  - Al та  $Al^{3+}$ ?

- 5.36. Скільки електронів та протонів містять такі молекули:  $H_2$ ,  $PH_3$ ,  $CO_2$ ?
- 5.37. Розмістіть елементи в порядку зростання відносної електронегативності елементів у кожній із груп: а) Cl, At, F, Br; б) S, O, F, Mg; в) P, N, As, Bi.
- 5.38. Враховуючи розміщення атомів Бору та Нітрогену в періодичній системі елементів, складіть формулу їхньої бінарної сполуки.
- 5.39. Визначте відносну атомну масу елемента, що належить до четвертої групи періодичної системи елементів, якщо відомо, що масова частка Оксигену в його вищому оксиді становить 40%.
- 5.40. Виходячи з розміщення елементів у періодичній системі, складіть формули бінарних сполук: а) елемента А (група IV) та елемента В (група I); б) елемента А (група I) та елемента В (група V); в) елемента А (група III) та елемента В (група V).
- 5.41. Запишіть за допомогою електронно-йонних рівнянь схеми утворення таких йонів:  $K^+$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $F^-$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Li^+$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Ag^+$ .
- 5.42. Напишіть рівняння реакцій між оксидом елемента, що належить до групи I-A, та оксидами двох різних елементів другого періоду періодичної системи елементів.
- 5.43. Елемент утворює з Гідрогеном сполуку складу  $EH_3$ , масова частка Гідрогену в якій становить 8,82%. Назвіть елемент E та напишіть формули оксигеновмісних кислот цього елемента з найвищим ступенем окиснення елемента.
- 5.44. Елемент, вищий оксид якого має формулу  $E_2O_7$ , утворює з Гідрогеном газоподібну сполуку, масова частка Гідрогену в якій становить 2,74%. Визначте, що це за елемент, напишіть його електронну та електронно-графічну формули, передбачте його можливі валентні стани.
- 5.45. Складіть електронні формули речовин, формули яких  $H_2S$ ,  $LiCl$ ,  $MgO$ ,  $H_2O$ ,  $CS_2$ .
- 5.46. Який тип хімічного зв'язку в речовинах, формули яких  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ?
- 5.47. До якого з атомів і чому будуть зміщені електронні пари в молекулі складу  $OF_2$ ?
- 5.48. Відносна електронегативність Фосфору становить 2,15, а Сульфору — 2,5. Зобразіть електронну схему утворення молекули  $P_2S_3$ , вкажіть тип хімічного зв'язку.
- 5.49. Напишіть рівняння реакції взаємодії між: а) радій бромідом та аргентум нітратом; в) ортоарсенатною кислотою та літій гідроксидом.
- 5.50. Елемент, який належить до V групи періодичної системи елементів, утворює кислоту  $H_3EO_4$  з відносною молекулярною масою 142. Визначте цей елемент.
- 5.51. Елемент утворює з Гідрогеном газоподібну сполуку, масова частка Гідрогену в якій 12,5%. Назвіть невідомий елемент, якщо відомо, що його вищий солетворний оксид має формулу  $EO_2$ .
- 5.52. Масова частка Оксигену в оксиді елемента А становить 28,57%. Визначте цей елемент, якщо відомо, що він утворює з Гідрогеном сполуку складу  $AH_2$ .
- 5.53. Гідроксид елемента E, що розміщується у третьому періоді, при прожарюванні з калій гідроксидом утворює сполуку складу  $KEO_2$ , масова частка Оксигену в якій становить 32,65%. Напишіть рівняння реакції термічного розкладу даного гідроксиду.
- 5.54. Складіть формули гідроксидів елементів, ядра атомів яких мають такі заряди: +11, +4, +13, +16. Чи розчиняються ці гідроксиди у воді? Чи можливі хімічні реакції між ними? Відповідь обґрунтуйте написанням відповідних рівнянь хімічних реакцій.
- 5.55. Елемент, вищий оксид якого відповідає формулі  $E_2O_5$ , утворює з Гідрогеном ковалентну сполуку, масова частка Гідрогену в якій становить 3,85%. Визначте цей елемент.
- 5.56. Елементи А і В належать до одного періоду. Один з них реагує з водою, утворюючи сполуку, яка при взаємодії з вищим оксидом іншого елемента утворює сполуку  $ABO_4$ , масова частка Оксигену в якій становить 52,25%. Визначте невідомі елементи А та В.
- 5.57. Елементи А та В належать до однієї групи періодичної системи елементів, однак проявляють найвищу ступінь окиснення відповідно +2 та +6. Відомі дві сполуки, які утворюють між собою елементи А та В:  $BA_2$  та  $BA_3$ . Масова частка елемента А в сполуці  $BA_2$  становить 50%. Визначте елементи А і В. Наведіть приклад сполуки, в якій елемент А має ступінь окиснення +2.
- 5.58. Вищий оксид елемента, який належить до V групи періодичної системи елементів, має відносну молекулярну масу 142. Визначте невідомий елемент, зобразіть його електронно-графічну формулу, вкажіть можливі валентні стани, складіть формули оксидів та гідроксидів і вкажіть їхній характер.
- 5.59. Визначте молекулярну формулу гідроксиду, якщо відомо, що відносна молекулярна маса цієї сполуки становить 121, а елемент, що входить до його складу, належить до III групи періодичної системи елементів.
- 5.60. Елемент А, що належить до головної підгрупи IV групи періодичної системи елементів, утворює сполуку з Хлором, в якій масова частка Хлору становить 92,21%. Запишіть формулу вищого оксиду, утвореного елементом А, вкажіть його характер.
- 5.61. Один з елементів, які передбачив Д. І. Менделєєв, утворює оксид, масова частка Оксигену в якому становить 30,5%. Сполука даного елемента E з Гідрогеном має склад  $EH_4$ . Визначте невідомий елемент E, складіть формулу його гідроксиду, вкажіть його характер.
- 5.62. Вкажіть тип хімічного зв'язку в кожній з наведених сполук:  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Na_3N$ ,  $CCl_4$ .

- 5.63. Скільки електронів беруть участь в утворенні зв'язків у молекулах складу:  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ?
- 5.64. До якого з елементів зміщені спільні електронні пари в кожній з наведених сполук:  $\text{XeO}_4$ ,  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{MgH}_2$ ?
- 5.65. Поясніть механізм утворення: а) алюміній хлориду; б) силіцій тетрафториду; в) калій фториду; г) цезій хлориду. Вкажіть тип хімічного зв'язку в кожній з молекул.
- 5.66. В якій з наведених сполук зв'язок елемент — хлор має йонну природу:  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{ICl}_7$ ,  $\text{CsCl}$ ? Відповідь обґрунтуйте.
- 5.67. Користуючись даними таблиці відносних електронегативностей, розрахуйте, який із наведених зв'язків є найбільш полярним: а)  $\text{Ca} - \text{H}$ ; б)  $\text{S} - \text{H}$ ; в)  $\text{N} - \text{H}$ ; г)  $\text{Si} - \text{H}$ ; д)  $\text{I} - \text{H}$ ?
- 5.68. Користуючись даними таблиці відносних електронегативностей, розрахуйте, який із зв'язків характеризується найменшим ступенем йонності: а)  $\text{K} - \text{Cl}$ ; б)  $\text{Ca} - \text{Cl}$ ; в)  $\text{Al} - \text{Cl}$ ; г)  $\text{Fe} - \text{Cl}$ ?
- 5.69. Чи можлива взаємодія з утворенням донорно-акцепторного зв'язку таких молекул та йонів: а) бор трифториду та амоніаку; б) карбон тетрафториду та амоніаку; в) бор трифториду та фторид-йону; г) алюміній гідроксиду та гідроксид-йонів?
- 5.70. Напишіть електронні схеми утворення молекул фтору, азоту, кисню, карбон діоксиду, водород хлориду.
- 5.71. Поясніть механізм утворення молекул: а) бор трифториду; б) дигідрогенсульфіду; в) кальцій хлориду; г) сульфур тетрафториду; д) гідразину ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ); е) кисень дифториду.
- 5.72. Поясніть механізм утворення таких молекул та йонів: а) йону гідроксонію ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ); б) алюміній хлориду; в) йону фосфонію ( $\text{PH}_4^+$ ); г) силану ( $\text{SiH}_4$ ); д)  $\text{SO}_3$ ; е)  $\text{K}_2\text{O}$ .
- 5.73. Вкажіть, яка з наведених сполук Сульфуру має найбільшу ступінь йонності:  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{BaS}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{Li}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ .
- 5.74. Скільки спільних ковалентних пар утворюють зв'язки в таких сполуках: а) алюміній нітрид; б) ксенон тетрафторид; в) кальцій фосфід; г) залізна окалина?
- 5.75. Напишіть графічну формулу кальцій гідрогенкарбонату та вкажіть сумарне число електронів, що утворюють зв'язки в цій речовині.
- 5.76. Напишіть графічну формулу фосфор (V) оксиду та вкажіть кількість зв'язків між атомами Фосфору та Оксигену.

## II РІВЕНЬ

- 5.77. При взаємодії невідомого металу масою 2 г з водою виділилось 1,12 л (н.у.) водню. Метал належить до II групи періодичної системи хімічних елементів. Напишіть рівняння реакції взаємодії оксиду цього металу з ортоарсенатною кислотою.

- 5.78. Вищий оксид невідомого елемента має формулу  $\text{E}_2\text{O}_5$ . Масова частка Гідрогену в сполуці цього елемента з Гідрогеном становить 17,65%. Складіть формули сполук елемента з Магнієм та Силіцієм та назвіть їх. Чи реагують вони з водою? Відповідь обґрунтуйте написанням рівнянь реакцій.
- 5.79. Елементи А та В належать до одного періоду і утворюють сполуку  $\text{A}_2\text{B}_3$ . Елемент А утворює сполуку з Оксигеном, в якій масова частка Оксигену 47%. Масова частка Гідрогену в сполуці з елементом В становить 5,9%. Визначте ці елементи.
- 5.80. Елементи А та В належать до головних підгруп сусідніх груп періодичної системи елементів і утворюють між собою сполуку  $\text{A}_4\text{B}_3$ . Сполука елемента А з Оксигеном містить 47,06% Оксигену, а масова частка Оксигену в сполуці В з Оксигеном становить 72,73%. Визначте елементи А та В. Які продукти утворяться при взаємодії речовини складу  $\text{A}_4\text{B}_3$  з водою?
- 5.81. Допишіть рівняння ядерних реакцій:
- а)  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_1^1\text{p} \rightarrow {}_2^4\text{He} + \dots$ ; б)  ${}_{3}^7\text{Li} + \dots \rightarrow 2 {}_2^4\text{He} + \dots$ ;  
 в)  ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_1^1\text{H} + \dots$ ; г)  ${}_{11}^{23}\text{Na} + \dots \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{11}^{24}\text{Na}$ ;  
 д)  ${}_{3}^7\text{Li} + {}_1^2\text{D} \rightarrow {}_0^1\text{n} + \dots$ ; е)  ${}_{3}^7\text{Li} + \dots \rightarrow 2 {}_2^4\text{He}$ ;  
 є)  ${}_{16}^{32}\text{S} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{17}^{34}\text{Cl} + \dots$ ; ж)  ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow 2 {}_0^1\text{n} + \dots$ .
- 5.82. Природний Купрум складається з двох нуклідів  ${}^{63}\text{Cu}$  та  ${}^{65}\text{Cu}$ . Відносна атомна маса Купруму становить 63,55. Обчисліть масову частку  ${}^{63}\text{Cu}$  в природному Купрумi.
- 5.83. Природний Магній складається з трьох нуклідів:  ${}^{24}\text{Mg}$ ,  ${}^{25}\text{Mg}$  та третього нукліду з невідомою атомною масою. Масові частки перших двох нуклідів відповідно становлять 78,6% та 10,11%. Визначте відносну атомну масу третього нукліду. Відносна атомна маса природного магнію становить 24,305.
- 5.84. Природний Неон складається з двох нуклідів  ${}^{20}\text{Ne}$  та  ${}^{22}\text{Ne}$ . Відносна атомна маса Неону дорівнює 20,2. Розрахуйте масові частки нуклідів  ${}^{20}\text{Ne}$  та  ${}^{22}\text{Ne}$  в природному неоні.
- 5.85. На кожні 20 атомів нукліду  ${}^{25}\text{Mg}$  припадає 158 атомів нукліду  ${}^{24}\text{Mg}$  та 22 атоми нукліду  ${}^{26}\text{Mg}$ . Яка відносна атомна маса Магнію?
- 5.86. Відносна атомна маса Хлору становить 35,453. У природі трапляються два нукліди цього елемента  ${}^{35}\text{Cl}$  та  ${}^{37}\text{Cl}$ . Розрахуйте: а) масову частку нукліду  ${}^{35}\text{Cl}$  у природному Хлорі; б) масову частку нукліду  ${}^{37}\text{Cl}$  у хлорній кислоті.
- 5.87. На 10 моль атомів нукліду  ${}^{13}\text{C}$  припадає 890 моль атомів нукліду  ${}^{12}\text{C}$ . Обчисліть відносну атомну масу Карбону.



- 5.88. Природний Аргентум складається з нуклідів  $^{107}\text{Ag}$  та  $^{109}\text{Ag}$ . Відносна атомна маса Аргентуму становить 107,87. Визначте, скільки грамів нукліду  $^{109}\text{Ag}$  містяться у 2,5 моль аргентум нітрату.
- 5.89. Атоми радіоактивного елемента  $^{232}\text{Th}$  випромінюють  $\alpha$ -частинки. Атоми ізотопу, що при цьому утворюється, випромінюють  $\beta$ -частинки. Який ізотоп утвориться в результаті  $\beta$ -випромінювання? Напишіть рівняння відповідних ядерних реакцій.
- 5.90. Закінчіть рівняння наступних ядерних реакцій:
- а)  $^{53}_{24}\text{Cr} + \dots \rightarrow ^{54}_{25}\text{Mn} + ^1_0\text{n}$ ; б)  $^{19}_9\text{F} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_1\text{p} + \dots$ ;  
 в)  $^7_3\text{Li} + ^1_1\text{H} \rightarrow 2\dots$ ; г)  $^{197}_{79}\text{Au} + \dots \rightarrow ^{194}_{77}\text{Ir} + ^1_1\text{H} + ^4_2\text{He}$ ;  
 д)  $^{70}_{30}\text{Zn} + ^1_1\text{p} \rightarrow \dots + ^{70}_{31}\text{Ga}$ ; е)  $^{55}_{25}\text{Mn} + \dots \rightarrow ^{52}_{23}\text{V} + ^4_2\text{He}$ ;  
 є)  $^{56}_{26}\text{Fe} + \dots \rightarrow ^1_0\text{n} + ^{57}_{27}\text{Co}$ ; ж)  $^{208}_{83}\text{Bi} + \dots \rightarrow ^{211}_{85}\text{At} + 2^1_0\text{n}$ .
- 5.91. При бомбардуванні нуклідів  $^{14}\text{N}$  нейтронами утворюються протони і атоми іншого нукліду, які у свою чергу піддаються  $\beta$ -розпаду. Який нуклід утвориться в результаті цих двох послідовних перетворень? Напишіть рівняння відповідних ядерних реакцій.
- 5.92. Нуклід Каліфорнію  $^{244}\text{Cf}$  був одержаний при бомбардуванні Кюрію  $^{242}\text{Cm}$   $\alpha$ -частинками. Напишіть відповідне рівняння ядерної реакції.
- 5.93. При опроміненні повільними нейтронами атомів стабільного нукліду  $^{27}\text{Al}$  відбувається поглинання нейтронів і утворення радіоактивного нукліду, який зразу ж піддається  $\beta$ -розпаду. Який нуклід утвориться в результаті цих перетворень? Напишіть рівняння відповідних ядерних реакцій.
- 5.94. При бомбардуванні ядер  $^{238}\text{U}$  ядрами Неону  $^{22}\text{Ne}$  одержали ядро нукліду 102-ого елемента з масовим числом 256, для якого характерний  $\alpha$ -розпад. Складіть рівняння ядерних реакцій, які відбуваються при цьому.
- 5.95. Скільки  $\alpha$ -частинок утвориться за 10 секунд при розкладі Радію, що міститься в 5 г радій (II) нітрату, якщо 1 г Радію  $^{226}\text{Ra}$  випромінює за 1 секунду  $3,7 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -частинок?

### III РІВЕНЬ

- 5.96. Елементи А, Б та В належать до одного і того ж періоду періодичної системи елементів. Елемент А утворює сполуку з елементом В складу  $\text{AB}_3$ , а елементи А та Б при нагріванні утворюють речовину складу  $\text{A}_4\text{B}_3$ . Існує також сполука елементів Б та В складу  $\text{B}_2\text{V}_4$ . Визначте елементи А, Б та В, якщо відомо, що елементи А та Б — одні з найбільш поширених елементів земної кори.

- 5.97. При нагріванні 5,2 г гідроксиду елемента, що належить до III групи періодичної системи елементів, одержали воду кількістю речовини, достатньою для повного розчинення кальцій оксиду масою 5,6 г. Визначте невідомий елемент, вкажіть характер його оксиду.
- 5.98. Природний Магній складається з нуклідів  $^{24}\text{Mg}$ ,  $^{25}\text{Mg}$  та  $^{26}\text{Mg}$ . Число атомів  $^{24}\text{Mg}$  відноситься до числа атомів  $^{25}\text{Mg}$  і до числа атомів  $^{26}\text{Mg}$  як 393:50,5:56,5. Розрахуйте відносну атомну масу природного Магнію.
- 5.99. Атоми Урану  $^{238}\text{U}$  випромінюють  $\alpha$ -частинки. При цьому утворюються атоми іншого елемента, які випромінюють  $\beta$ -частинки. Утворені атоми знову випромінюють  $\beta$ -частинки. Визначте, нуклід якого елемента утвориться.
- 5.100. Кількість радіоактивного Радону за 11,4 діб зменшилась у 8 разів. Який період напіврозпаду Радону?
- 5.101. За який час розпадеться 60% радіоактивного Полонію, якщо його період напіврозпаду становить 138 діб?
- 5.102. Який період напіврозпаду радіоактивного Стронцію, якщо за один рік з кожної тисячі атомів розпадається в середньому 24,75 атоми?
- 5.103. Маса радіоактивного Кобальту 4 г. Скільки грамів Кобальту розпадеться за 216 діб, якщо його період напіврозпаду становить 72 доби?
- 5.104. Скільки електронів міститься в 112 л еквімолярної суміші карбон (IV) оксиду і карбон (II) оксиду?
- 5.105. Суміш чадного та вуглекислого газів займає об'єм 8,4 л (н.у.) і містить  $4,365 \cdot 10^{24}$  електронів. Визначте об'ємні частки газів у суміші (%).
- 5.106. Скільки електронів міститься в 106,5 г фосфор (V) оксиду?

## Розділ 6. РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ РІВНЯННЯМИ

У цьому розділі виділено такі групи задач:

**Група 1.** Елементарні розрахунки за хімічними рівняннями:

- задачі на обчислення мас, об'ємів, кількостей речовин;
- задачі на обчислення маси одного з продуктів реакції за масою вихідної речовини, що містить певну частку домішок;
- задачі на реакції, в яких один із реагентів у надлишку;
- задачі на обчислення з урахуванням виходу продукту реакції.

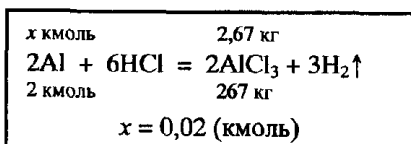
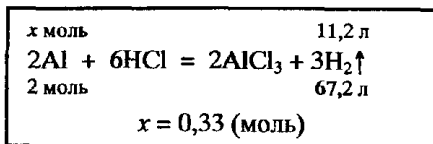
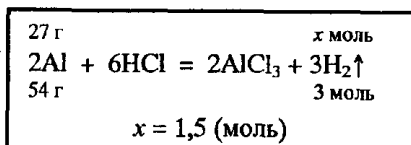
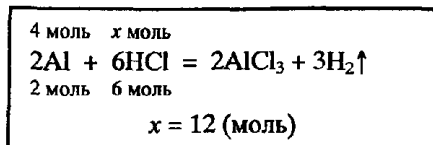
**Група 2.** Задачі на встановлення складу суміші.

**Група 3.** Розрахунки за рівняннями реакцій між металом і сіллю.

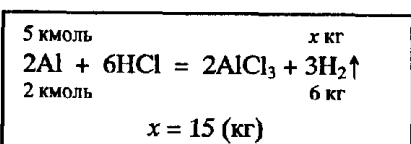
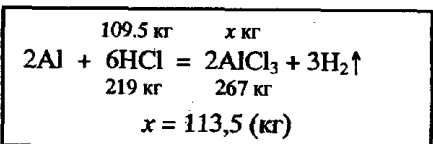
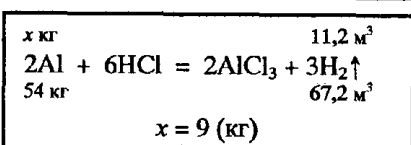
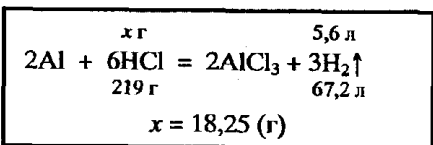
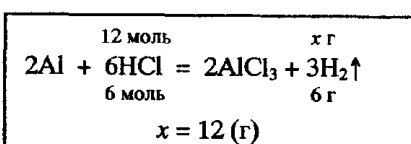
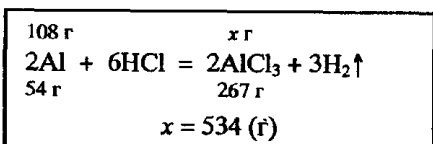
**Група 4.** Розрахунки за рівняннями реакцій, які включають встановлення складу речовин, що утворюються.

За рівняннями реакцій можна розрахувати:

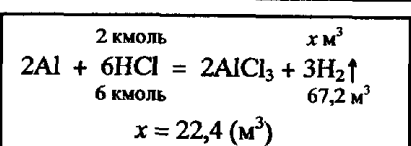
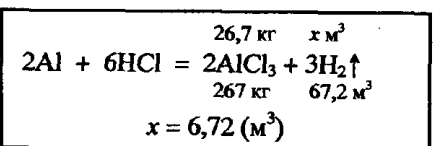
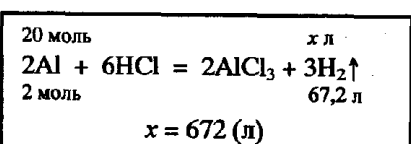
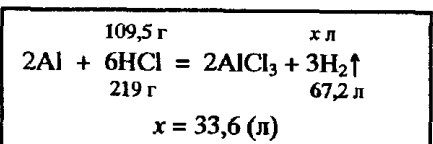
а) кількості речовин;



б) маси речовин;



в) об'єм газу;



**Стехіометрична кількість** — це кількість речовини, яка відповідає рівнянню реакції або формулі. Наприклад, для реакції, що описується рівнянням реакції  $2\text{Al} + 3\text{S} = \text{Al}_2\text{S}_3$ , кількості речовин, що реагують відносяться як 2.: 3. Тому для  $x$  моль алюмінію стехіометрична кількість речовини сірки становить  $\frac{3x}{2}$ .

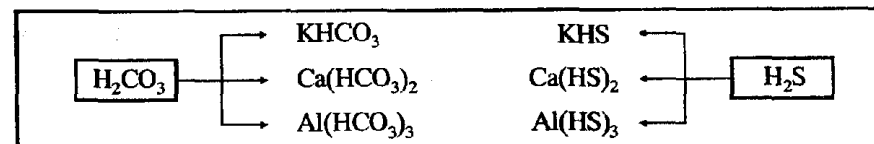
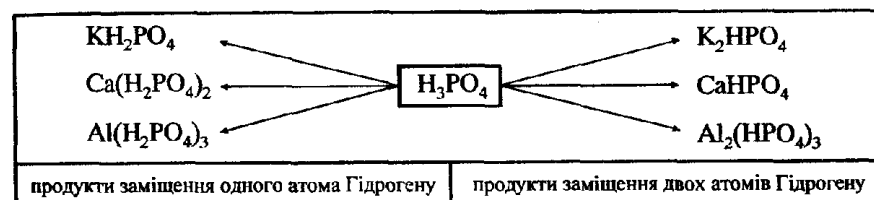
**Стехіометрична суміш** — це суміш речовин, у якій кількості речовин відносяться як відповідні стехіометричні коефіцієнти рівняння реакції між цими речовинами.

**Еквімолярна суміш** — це суміш, що містить однакову кількість речовин компонентів.

**Ступінь перетворення** — це відношення кількості речовини, що вступила в реакцію, до вихідної кількості речовини. У випадку неповного термічного розкладу ступінь перетворення називають **ступенем розкладу**. Використовують також споріднені терміни **ступінь виділення**, **ступінь гідрування**, які за змістом відповідають ступеню перетворення.

## КИСЛІ СОЛІ

1. Кислі солі можна розглядати як продукти неповного перетворення кислот, у яких не всі атоми Гідрогену заміщуються на метал.



2. Кислі солі можуть утворювати лише багатоосновні кислоти ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і т.д.).

3. Для утворення назви кислотої солі до назви аніону відповідної середньої солі додається приставка **гідроген** (за наявності в молекулі солі одного атома Гідрогену) або **дигідроген** (за наявності двох атомів Гідрогену).

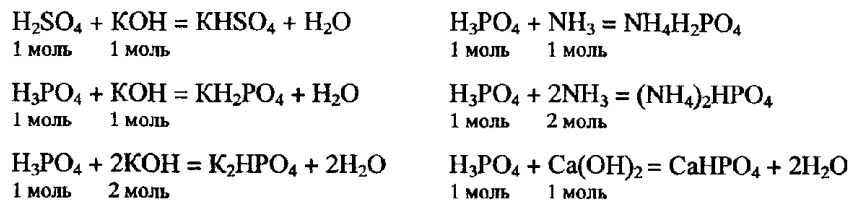
Наприклад:  $\text{KHCO}_3$  — калій гідрогенкарбонат,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — кальцій дигідрогенфосфат.

4. Валентність кислотного залишку, що містить атом чи кілька атомів Гідрогену, визначається за кількістю заміщених атомів Гідрогену у відповідній кислоті. Наприклад:

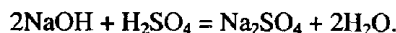
I	II	I	I
HSO <sub>4</sub>	HPO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	HS

5. Кислі солі можна одержати кількома шляхами:

а) при неповній нейтралізації багатоосновної кислоти

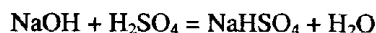


б) дією надлишку кислот на середню сіль, луг або оксид

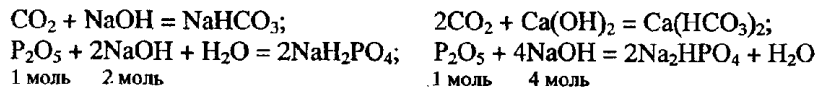


Утворена середня сіль під дією надлишку кислоти переходить в кислу сіль  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$ .

Сумарно процес можна зобразити одним рівнянням реакції:

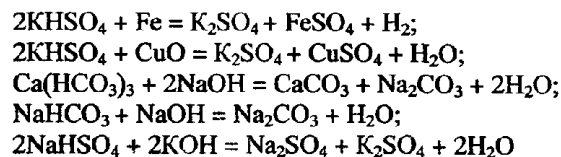


в) при взаємодії кислотних оксидів з лугами



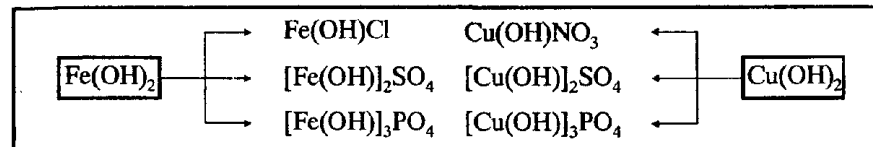
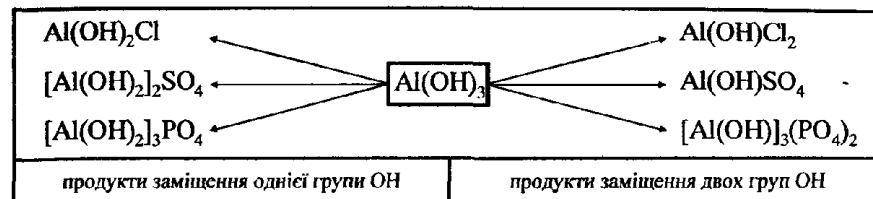
г) при дії надлишку кислоти на кислі солі (однозаміщені) трьохосновної кислоти  $\text{CaHPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ .

6. Кислі солі мають властивості не лише солей, а й кислот. Вони взаємодіють з металами, з основними оксидами, лугами.



## ОСНОВНІ СОЛІ

1. Основні солі можна розглядати як продукт неповного перетворення гідроксиду, у якого не всі групи OH замістились на кислотний залишок.



2. Основні солі утворюють, як правило, нерозчинні у воді гідроксиди багатозарядних металів (Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub> і т. д.).

3. Для утворення назви основної солі після назви катіона додається слово **гідроксид** (за наявності в молекулі солі однієї групи OH) або **дигідроксид** (за наявності двох груп OH).

Наприклад: MgOHCl — магній гідроксид хлорид;

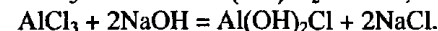
Fe(OH)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> — ферум (III) дигідроксид нітрат.

4. Валентність залишку основи, що містить атом металу і одну чи дві гідроксильні групи, визначається кількістю груп OH, які замістились на кислотний залишок, у відповідного гідроксиду. Наприклад:

I	II	I
CuOH	Al(OH)	Zn(OH)

5. Основні солі можна одержати такими шляхами:

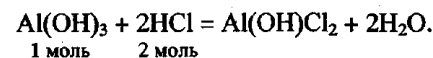
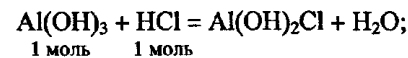
а) при обережному доливанні невеликих кількостей лугу до розчинів середніх солей металів, що мають малорозчинні основи



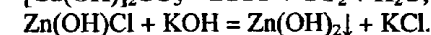
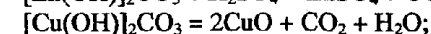
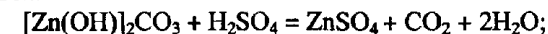
б) при дії солей слабких кислот на середні солі



в) при неповній нейтралізації гідроксидів багатозарядних металів кислотами



6. Основні солі взаємодіють з лугами й кислотами і при нагріванні легко розкладаються:



## I РІВЕНЬ

Задачі на обчислення мас, об'ємів, кількостей речовин  
за рівняннями реакцій

- 6.1.1. Обчисліть масу ртуті, що утвориться в результаті термічного розкладу меркурій (II) оксиду масою 43,4 г.
- 6.1.2. Яка маса магній оксиду утвориться при термічному розкладі магній карбонату масою 25,2 т?
- 6.1.3. Який об'єм водню (н.у.) виділиться при повному розчиненні 10,8 г алюмінію в розбавленій сульфатній кислоті?
- 6.1.4. Спалили 0,5 моль чадного газу. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) виділився при цьому?
- 6.1.5. При окисненні сульфур діоксиду утворилось 16 г сульфур триоксиду. Обчисліть, який об'єм (н.у.) сульфур діоксиду окиснився.
- 6.1.6. На спалювання певної кількості фосфору витратили 5,6 л кисню (н.у.). Визначте масу фосфор (V) оксиду, що при цьому утворився.
- 6.1.7. Який об'єм (н.у.) водень хлориду поглинув розчин кальцій гідроксиду, якщо утворилось 0,25 моль кальцій хлориду?
- 6.1.8. Який об'єм кисню (н.у.) можна одержати при повному термічному розкладі калій перманганату масою 63,2 г?
- 6.1.9. Яку кількість речовини водню потрібно використати на відновлення 60,8 г хром (III) оксиду до хрому?
- 6.1.10. Чи вистачить 4,5 моль кисню на повне окиснення фосфору масою 120 г?
- 6.1.11. Визначте масу алюмінію, яку потрібно використати для одержання 2,0 кг заліза з магнітного залізняку.
- 6.1.12. До розчину кальцій хлориду долили розчин, що містив надлишок калій карбонату. Одержали 20 г осаду. Визначте масу кальцій хлориду, що містився в розчині.
- 6.1.13. Обчисліть масу хлороводню, який необхідно використати для перетворення 0,3 моль ферум (III) оксиду у ферум (III) хлорид.
- 6.1.14. Яку масу металічного цинку потрібно використати для взаємодії з хлором з метою одержання 2,5 моль цинк хлориду?
- 6.1.15. Чи вистачить 100 л (н.у.) кисню для спалювання 0,8 кг метану?
- 6.1.16. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) можна одержати при дії на кальцій карбонат кількістю речовини 0,125 моль надлишком хлоридної кислоти?
- 6.1.17. Визначте масу меркурій (II) оксиду, яку потрібно використати для добування 2,00 кг металічної ртуті.

- 6.1.18. Визначте об'єм газової суміші, яку можна одержати при електролітичному розкладі: а) 90 г води; б) 200 мл води; в) 1 л води; г) 0,0025 м<sup>3</sup> води.
- 6.1.19. Чи вистачить 112 л хлору (н.у.) для одержання ферум (III) хлориду масою 65 г, виходячи з металічного заліза?
- 6.1.20. Визначте масу кальцій карбонату, яку можна одержати з кальцій оксиду масою 5,6 г та карбон діоксиду масою 4,4 г.
- 6.1.21. Який об'єм водню виділиться (н.у.), якщо 5,75 г натрію прореагує з водою?
- 6.1.22. Який об'єм водню (н.у.) витратиться на відновлення купрум (II) оксиду масою 60 г?
- 6.1.23. У результаті спалювання фосфору одержали фосфор (V) оксид масою 62,48 г. Який об'єм кисню (н.у.) витратили на спалювання фосфору?
- 6.1.24. Який об'єм хлороводню (н.у.) можна добути із хлору об'ємом 18 м<sup>3</sup> (н.у.) в результаті реакції з воднем?
- 6.1.25. На спалювання певного об'єму водню витратили 0,56 л кисню (н.у.). Який об'єм водню (н.у.) згорів?
- 6.1.26. Магній масою 18 г розчинили у хлоридній кислоті. Який об'єм водню (н.у.) при цьому виділився?
- 6.1.27. У результаті окиснення сульфур (IV) оксиду киснем одержали сульфур (VI) оксид масою 12,80 г. Який об'єм кисню (н.у.) витратили на окиснення?
- 6.1.28. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) утвориться в результаті спалювання метану (CH<sub>4</sub>) об'ємом 320 м<sup>3</sup> (н.у.)?
- 6.1.29. Спалили сірку кількістю речовини 1,75 моль. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) при цьому утворився?
- 6.1.30. Яку масу алюмінію потрібно використати для реакції з хлором, щоб одержати алюміній хлорид масою 80,1 г?
- 6.1.31. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) утвориться в результаті окиснення цинк сульфід (ZnS) масою 43,65 г? Чи вистачить для окиснення 12 л кисню (н.у.)?
- 6.1.32. Який об'єм водню (н.у.) згорів у кисні, якщо утворилась вода масою 72 г?
- 6.1.33. У результаті спалювання ацетилену (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) одержали карбон (IV) оксид кількістю речовини 1,8 моль. Який об'єм ацетилену (н.у.) спалили?
- 6.1.34. Який об'єм кисню (н.у.) витратиться на спалювання вуглецю масою 0,24 кг?
- 6.1.35. У результаті спалювання метану (CH<sub>4</sub>) одержали воду масою 39,6 кг. Який об'єм метану (н.у.) спалили?
- 6.1.36. Який об'єм водню (н.у.) утвориться, якщо цинк кількістю речовини 0,44 моль прореагує із хлоридною кислотою?
- 6.1.37. Яка маса купрум (II) оксиду прореагувала з воднем, якщо одержали мідь масою 172,8 г?

- 6.1.38. Який об'єм водню (н.у.) витратили на відновлення ферум (III) оксиду, якщо маса одержаного заліза дорівнює 240,8 г?
- 6.1.39. Яку масу залізної окалини можна відновити воднем об'ємом 40,32 л (н.у.)?
- 6.1.40. На спалювання певної маси ацетилену ( $C_2H_2$ ) витратили 336 л кисню (н.у.). Яку масу ацетилену спалили?
- 6.1.41. Яку кількість речовини фосфору спалили, якщо одержали фосфор (V) оксид масою 51,12 г?
- 6.1.42. Яка кількість речовини вуглекислого газу утвориться в результаті спалювання ацетилену ( $C_2H_2$ ) об'ємом 3,36 л (н.у.)?
- 6.1.43. Який об'єм хлороводню (н.у.) утвориться, якщо хлор кількістю речовини 0,6 моль прореагує з воднем?
- 6.1.44. Яку масу хром (III) оксиду можна відновити воднем кількістю речовини 0,42 моль?
- 6.1.45. Який об'єм водню (н.у.) утвориться, якщо алюміній кількістю речовини 1,24 моль прореагує із хлороводною кислотою?
- 6.1.46. Чи вистачить 150 л кисню (н.у.) для спалювання метану кількістю речовини 4,5 моль?
- 6.1.47. Чи вистачить  $0,2\text{ м}^3$  кисню (н.у.) для спалювання фосфору кількістю речовини 1,75 моль?
- 6.1.48. Який об'єм водню (н.у.) утвориться, якщо магній кількістю речовини 0,44 моль прореагує із хлороводною кислотою?
- 6.1.49. Яка кількість речовини хрому утвориться в результаті відновлення хром (III) оксиду масою 30,4 г?
- 6.1.50. Чи вистачить 40 л кисню (н.у.) для спалювання метану кількістю речовини 1,8 моль?

**Задачі на обчислення маси одного з продуктів реакції за масою вихідної речовини, що містить певну частку домішок**

- 6.1.51. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться, якщо 15 г натрій карбонату з масовою часткою некарбонатних домішок 10% розчинити у хлоридній кислоті?
- 6.1.52. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) утвориться в результаті випалювання 200 кг цинкової обманки, масова частка цинк сульфід у якій 90% (домішки не містять Сульфур)?
- 6.1.53. У результаті повного термічного розкладання 4 г магній карбонату, що містить домішки калій карбонату, утворилось 0,896 л карбон (IV) оксиду (н.у.). Визначте масову частку домішок калій карбонату (%).
- 6.1.54. Який об'єм водню (н.у.) виділиться, якщо залізо масою 41,16 г, масова частка домішок міді в якому становить 5%, прореагує із хлоридною кислотою?

- 6.1.55. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться в результаті спалювання 40 кг вугілля з масовою часткою негорючих домішок 5%?
- 6.1.56. У результаті сплавлення 220 г ферум (III) оксиду, що містить домішки міді, з надлишком алюмінію, одержали залізо кількістю речовини 2,6 моль. Визначте масову частку домішок міді в оксиді (%).
- 6.1.57. У результаті електролізу розплаву технічного натрій хлориду масою 1,37 кг одержали 460 г натрію. Визначте масову частку домішок у технічному натрій хлориді (%).
- 6.1.58. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться, якщо 200 г вапняку з масовою часткою некарбонатних домішок 20% помістити в надлишок хлоридної кислоти?
- 6.1.59. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділиться, якщо 400 г доломіту  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  з масовою часткою некарбонатних домішок 8% помістити в надлишок хлоридної кислоти?
- 6.1.60. Цинкову пластину масою 1,485 г помістили в надлишок сульфатної кислоти. Виділився водень об'ємом 504 мл (н.у.). Визначте масову частку цинку в пластині (домішки із сульфатною кислотою не реагують).
- 6.1.61. Мідь масою 54,5 г, що містить домішки купрум (II) оксиду, помістили в надлишок концентрованої сульфатної кислоти. Виділилось 17,92 л газу (н.у.). Визначте масову частку домішок купрум (II) оксиду в міді.
- 6.1.62. Який об'єм водню (н.у.) виділиться, якщо технічний алюміній масою 39 г помістити в надлишок концентрованого розчину калій гідроксиду? Масова частка домішок алюміній оксиду в технічному алюмінії 10%.
- 6.1.63. Яку масу міді можна добути з купрум (II) оксиду, що міститься в мідній руді масою 8 кг з масовою часткою  $CuO$  90%?
- 6.1.64. Яку масу цинку можна одержати з цинк оксиду добутого в результаті випалювання в кисні цинкової обманки масою 323,3 кг. Масова частка цинк сульфід у в цинковій обманці 90%.
- 6.1.65. Який об'єм карбон (II) оксиду, об'ємна частка домішок вуглекислого газу в якому 5%, витратиться на відновлення заліза з ферум (III) оксиду масою 32 т?
- 6.1.66. Який об'єм карбон (II) оксиду витратиться на відновлення заліза з магнітного залізняк масою 25,78 кг? Масова частка домішок, що не містять Ферум, у магнітному залізняку 10%.
- 6.1.67. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при термічному розкладі 200 г вапняку, масова частка кальцій карбонату в якому становить 90%?
- 6.1.68. При спалюванні 3 г коксу утворилось 9 г карбон діоксиду. Розрахуйте масову частку Карбону (%) в коксі.
- 6.1.69. Обчисліть масу кальцій оксиду, який утвориться при термічному розкладанні 20 т вапняку, масова частка некарбонатних домішок в якому становить 10%.

- 6.1.70.** Яку масу кальцій карбонату, що містить домішки кальцій оксиду, масова частка яких становить 5%, потрібно взяти, щоб одержати 11,2 л карбон діоксиду (н.у.)?
- 6.1.71.** При окисненні 200 г сірки, що містить домішки піску, одержали 112 л сірчистого газу (н.у.). Обчисліть масову частку (%) домішок піску у вихідній речовині.
- 6.1.72.** Визначте, яку масу доломіту  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  потрібно використати для добування 896 л (н.у.) карбон діоксиду. Відомо, що доломіт містить некарбонатні домішки, масова частка яких становить 10%.

### **Задачі на реакції, в яких один із реагентів у надлишку**

- 6.1.73.** Суміш, що містить 6 моль чадного газу та 4 моль кисню, привели до умов реакції. Визначте, який об'єм карбон діоксиду при цьому утворився (н.у.). Який ще газ міститься в утвореній газовій суміші? Розрахуйте об'ємні частки кожного компоненту утвореної газової суміші.
- 6.1.74.** Який об'єм нітроген діоксиду утвориться при змішуванні 400 мл нітроген монооксиду та 600 мл кисню? Яка об'ємна частка газу, який не прореагував (%) в утвореній газовій суміші?
- 6.1.75.** Який об'єм водню (н.у.) виділиться при взаємодії алюмінію масою 5,4 г з розчином, в якому міститься 43,8 г хлороводню?
- 6.1.76.** Спалили 20 л метану в кисні об'ємом 50 л. Об'єми газів вимірювали за нормальних умов. Визначте: а) яка з вихідних речовин в надлишку; б) який об'єм карбон діоксиду (н.у.) утворився в результаті реакції; в) кількість речовини води, яка утворилася; г) масу води, яка утворилася.
- 6.1.77.** Який об'єм водню (н.у.) виділиться, якщо кальцій масою 3,61 г помістити у склянку з 40 мл води?
- 6.1.78.** Амоній хлорид масою 50 г змішали з 40 г кальцій гідроксиду і нагріли. Визначте масу утвореного газу. Яка з вихідних речовин залишиться після реакції? Визначте масу цього залишку.
- 6.1.79.** Суміш, що містить 12 г водню та 160 г кисню, привели до умов реакції. Визначте: а) яка з вихідних речовин в надлишку; б) масу речовини, що не вступила в реакцію; в) кількість речовини води, що утворилася; г) масу води, що утворилася.
- 6.1.80.** Спалили сірку масою 6,4 г, використавши для цього повітря об'ємом 50 л (н.у.). Визначте: а) об'єм сульфур діоксиду (н.у.), що утворився; б) об'єм газової суміші після закінчення реакції та приведення газів до початкових умов; в) об'ємну частку (%) азоту в утвореній газовій суміші.
- 6.1.81.** Обчисліть об'єм водню (н.у.), який виділиться, якщо натрій масою 4,6 г помістити у воду об'ємом 60 мл.

- 6.1.82.** Цинк масою 6,50 г помістили в розчин сульфатної кислоти, в якому міститься 16,0 г речовини. Обчисліть масу цинк сульфату, який при цьому утвориться. Яка з вихідних речовин залишиться після реакції? Визначте масу цього залишку.
- 6.1.83.** Визначте масу осаду, який утвориться при змішуванні розчинів, що містять 7,10 г натрій сульфату та 8,32 г барій хлориду.
- 6.1.84.** Нагріли суміш, що складається з 22 г сірки та 5,4 г алюмінію. Визначте: а) яка з речовин у надлишку; б) масу алюміній сульфід, що утворився; в) масу одержаної суміші після закінчення реакції та охолодження речовин; г) масові частки (%) речовин в одержаній суміші.
- 6.1.85.** Обчисліть масу осаду, що утвориться при зливанні розчинів, які містять 1,7 г аргентум нітрату та 10 г калій хлориду.
- 6.1.86.** Суміш, що містить 150 мл ацетилену ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) та 400 мл кисню, виміряних за нормальних умов, привели до умов реакції. Утворені продукти привели до початкових умов. Визначте: а) яка з вихідних речовин в надлишку; б) кількості речовин карбон діоксиду та води, які утворились.
- 6.1.87.** Нагріли суміш, що містить 28 г заліза та 24 г сірки. Розрахуйте: а) масу утвореного ферум (II) сульфід; б) масу речовини, що не вступила в реакцію; в) масові частки речовин в одержаній суміші (%).
- 6.1.88.** До розчину, що містить аргентум нітрат масою 37,4 г, добавили розчин, в якому міститься 0,2 моль магній хлориду. Визначте маси солей в одержаному розчині.
- 6.1.89.** Визначте масу осаду, який утвориться в результаті змішування розчинів, що містять 15,6 г натрій сульфід та 0,3 моль аргентум нітрату.
- 6.1.90.** Крізь розчин, що містить купрум (II) сульфат масою 64 г, пропустили сірководень об'ємом 7,84 л (н.у.). Визначте масу осаду, що утворився.
- 6.1.91.** Визначте масу осаду, який утвориться в результаті змішування розчинів, що містять 0,8 моль калій сульфату та 234,9 г барій нітрату. Які солі міститимуться в одержаному розчині?
- 6.1.92.** Крізь розчин, що містить барій гідроксид масою 51,3 г, пропустили сульфур (IV) оксид об'ємом 4,48 л (н.у.). Визначте масу солі, що утворилася.
- 6.1.93.** До розчину, що містить натрій карбонат масою 46,64 г, добавили 235,2 г розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 20%. Який об'єм вуглекислого газу (н.у.) виділився?
- 6.1.94.** Алюміній масою 13,5 г помістили в розчин, в якому міститься сульфатна кислота масою 158,8 г. Який об'єм газу (н.у.) виділився?
- 6.1.95.** Яка сіль утвориться в результаті змішування розчинів, що містять 1,25 моль сульфатної кислоти та 1,1 моль калій гідроксиду? Яка її маса?
- 6.1.96.** Крізь розчин, що містить натрій гідроксид масою 7,5 г, пропустили сірководень об'ємом 56 л (н.у.). Яка сіль утворилася, яка її маса?

### Задачі на обчислення з урахуванням виходу продукту реакції

- 6.1.97. Яку масу сульфур (VI) оксиду можна добути із сульфур (IV) оксиду об'ємом  $5,6 \text{ м}^3$  (н.у.), якщо вихід продукту дорівнює 90%?
- 6.1.98. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) можна добути в результаті випалювання піриту масою 0,36 т? Вихід сульфур (IV) оксиду дорівнює 60%.
- 6.1.99. Яку масу сірки спалили, якщо одержали сульфур діоксид кількістю речовини 4,3 моль? Вихід продукту дорівнює 80%.
- 6.1.100. Змішали розчин купрум (II) сульфату, що містить 12,32 г солі з надлишком розчину натрій гідроксиду. Одержали осад масою 6,73 г. Визначте вихід купрум (II) гідроксиду.
- 6.1.101. З піриту масою 600 кг добули сульфатну кислоту масою 850 кг. Визначте вихід сульфатної кислоти.
- 6.1.102. У результаті каталітичного окиснення сульфур (IV) оксиду кількістю речовини 0,65 моль одержали 44 г сульфур (VI) оксиду. Визначте вихід продукту.
- 6.1.103. Мідь кількістю речовини 0,25 моль помістили в надлишок концентрованої сульфатної кислоти. Одержали сульфур (IV) оксид об'ємом 5 л (н.у.). Визначте вихід сульфур діоксиду.
- 6.1.104. Окиснили цинк сульфід масою 19,4 г. Одержали сульфур діоксид об'ємом 3,36 л (н.у.). Визначте вихід сульфур діоксиду.
- 6.1.105. У розчин сульфатної кислоти масою 50 г з масовою часткою  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% помістили надлишок міді. Який об'єм сульфур (IV) оксиду (н.у.) виділиться, якщо його вихід дорівнює 96%?
- 6.1.106. Яку масу нітратної кислоти можна одержати з натрій нітрату масою 20,4 г, якщо її вихід дорівнює 80%?
- 6.1.107. Амоніак масою 20 кг пропустили крізь розчин нітратної кислоти. Обчисліть масу одержаної солі, якщо її вихід дорівнює 90%.
- 6.1.108. У результаті взаємодії амоній хлориду масою 42,8 г з надлишком кальцій гідроксиду одержали амоніак об'ємом 15 л (н.у.). Визначте вихід амоніаку.
- 6.1.109. З водню об'ємом 134,4 л (н.у.) і надлишку азоту синтезували амоніак кількістю речовини 1,2 моль. Визначте вихід амоніаку.
- 6.1.110. З амоніаку кількістю речовини 2,4 моль одержали нітратну кислоту масою 126 г. Обчисліть вихід кислоти.
- 6.1.111. Яку масу амоній сульфату можна добути з амоніаку кількістю речовини 2,8 моль при виході 95%?
- 6.1.112. Який об'єм амоніаку (н.у.) використали для добування амоній гідрофосфату масою 105,6 г, якщо його вихід дорівнював 88%?

- 6.1.113. Який об'єм водню (н.у.) витратиться на добування амоніаку масою 200 кг, якщо його вихід за оптимальних умов синтезу дорівнює 94%?
- 6.1.114. Яку масу фосфору можна добути з кальцій фосфату масою 2,5 т, якщо його вихід дорівнює 92%?
- 6.1.115. Який об'єм газу (н.у.) одержали в результаті термічного розкладання калій нітрату масою 22,22 г, якщо вихід продуктів реакції дорівнює 90%?

### П Р І В Е Н Ї

- 6.1.116. Які об'єми (н.у.) водню та кисню можна одержати при повному електролізі води масою 9 г?
- 6.1.117. При термічному розкладі ферум (III) гідроксиду масою 82,8 г одержали 0,3 моль ферум (III) оксиду. Визначте ступінь перетворення ферум (III) гідроксиду (%).
- 6.1.118. При неповному термічному розкладі кальцій карбонату масою 150 г одержали твердий залишок масою 117 г. Розрахуйте ступінь розкладання (%) кальцій карбонату.
- 6.1.119. Яку масу цинку потрібно розчинити у хлоридній кислоті, щоб одержаного водню вистачило на відновлення хром (III) оксиду масою 45,6 кг?
- 6.1.120. У посудину з водою добавили однакові маси хлороводню та калій гідроксиду. Якою буде реакція одержаного розчину (кисла, лужна чи нейтральна)?
- 6.1.121. Який об'єм хлороводню (н.у.) потрібно розчинити у воді, щоб одержаної кислоти вистачило на реакцію з цинк оксидом кількістю речовини 0,45 моль?
- 6.1.122. Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 15% і густиною 1,13 г/мл необхідно використати для розчинення суміші кальцій карбонату та кальцій хлориду масою 120 г з масовою часткою кальцій хлориду 15%?
- 6.1.123. При прожарюванні якої маси магній карбонату, що містить 5% домішок, можна одержати такий же об'єм карбон діоксиду, як і при спалюванні 1,3 кг ацетилену?
- 6.1.124. При прожарюванні 5 т вапняку виділилось  $1000 \text{ м}^3$  карбон діоксиду (н.у.). Вапняк не містив інших карбонатів чи горючих домішок. Визначте масову частку (%) кальцій карбонату у вапняку.
- 6.1.125. Обчисліть масу кальцій силікату, яку можна одержати при сплавленні 33,6 г кальцій оксиду та 30,0 г силіцій діоксиду, якщо масова частка втрат при сплавленні становить 25%.
- 6.1.126. До розчину, що містить аргентум нітрат масою 11,9 г, добавили розчин, що містить натрій сульфід масою 3,9 г. Вирахуйте масу осаду, що утворився, і маси солей в одержаному розчині.

- 6.1.127. У розчин, що містить аргентум нітрат кількістю речовини 0,08 моль, внесли цинк масою 4,00 г. Обчисліть масу срібла, яку можна виділити з розчину. Яка сіль буде міститись в одержаному розчині і яка її маса?
- 6.1.128. Весь кисень, одержаний при розкладі 61,25 г калій хлорату, витратили на спалювання метану. Який об'єм карбон діоксиду при цьому виділився (н.у.)?
- 6.1.129. Яку масу технічного алюмінію з масовою часткою алюмінію 97% необхідно використати для добування барію масою 109,6 кг методом алюмотермічного відновлення барій оксиду?
- 6.1.130. До розчину, що містить купрум (II) сульфат масою 5,6 г, добавили розчин калій гідроксиду об'ємом 400 мл з концентрацією лугу 0,2 моль/л. Визначте масу осаду, який утворився.
- 6.1.131. До розчину, що утворився після розчинення алюміній оксиду масою 20,4 г в розчині сульфатної кислоти масою 250 г ( $W = 39,2\%$ ), добавили розчин барій хлориду масою 416 г з масовою часткою солі 35%. Визначте масу осаду, який утворився.

### III РІВЕНЬ

- 6.1.132. Водень, одержаний при взаємодії 2,7 г алюмінію з хлоридною кислотою, де містилось 0,36 моль HCl, використали на відновлення купрум (II) оксиду масою 5 г. Обчисліть масу одержаної міді, якщо вихід її становить 90%.
- 6.1.133. Кисень, одержаний при повному термолізі калій хлорату масою 36,75 г, використали для спалювання 15,5 г фосфору. Обчисліть масу одержаного фосфор (V) оксиду.
- 6.1.134. До розчину, що містить купрум (II) сульфат масою 16,8 г, добавили розчин натрій гідроксиду, в якому містилось 0,7 моль лугу. Випав осад масою 8,82 г. Визначте масову частку (%) виходу купрум (II) гідроксиду.
- 6.1.135. Розчин ферум (III) хлориду із вмістом солі 0,6 моль добавили до розчину калій гідроксиду, в якому містилось 1,9 моль лугу. Одержаний осад відфільтрували, промили та прожарили. Знайдіть масу твердого залишку.
- 6.1.136. Залізо масою 22,4 г спалили в атмосфері хлору об'ємом 17,92 л (н.у.). Одержану сіль повністю розчинили у воді і до одержаного розчину долили розчин натрій гідроксиду, в якому містилось 2,6 моль лугу. Визначте масу осаду, що випав.
- 6.1.137. Яку масу цинку потрібно розчинити в розбавленій сульфатній кислоті, щоб добути водень, необхідний для відновлення 40 г купрум (II) оксиду? Об'ємна частка втрат водню становить 40%.

6.1.138. 23,60 г еквімолярної суміші алюмінію та сірки привели до умов реакції. Який об'єм кисню (н.у.) витратиться на окиснення одержаної в результаті реакції суміші твердих речовин?

6.1.139. До свіжоприготовленого розчину алюміній сульфату об'ємом 0,5 л з концентрацією солі 1,2 моль/л добавили 2 л розчину калій гідроксиду з концентрацією лугу 2 моль/л. Визначте масу одержаного осаду.

6.1.140. До розчину цинк хлориду, в якому містилось 0,25 моль солі, добавили 275 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією лугу 2 моль/л. Одержаний осад відфільтрували, промили і прожарили. Обчисліть масу одержаного твердого залишку.

6.1.141. Карбон (IV) оксид об'ємом 836 мл (н.у.) пропустили над розжареним вуглецем масою 0,105 г. Одержану суміш газів пропустили над розжареним купрум (II) оксидом масою 1,4 г. Утворений твердий продукт реакції розчинили в мінімальному об'ємі розчину нітратної кислоти ( $W = 20\%$ ,  $\rho = 1,12$  г/мл). Який об'єм розчину кислоти використали?

### Розділ 6

### Група 2

#### I РІВЕНЬ

- 6.2.1. При розчиненні суміші калій оксиду та натрій оксиду масою 12,5 г у воді утворився розчин лугів, що містить 15,2 г суміші утворених при реакції гідроксидів. Розрахуйте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.2. На розчинення 12,5 г суміші калій оксиду з натрій оксидом витратили 2,7 г води. Визначте масовий склад вихідної суміші оксидів.
- 6.2.3. При дії надлишку хлоридної кислоти на суміш порошоків міді та цинку масою 6,0 г одержали 2,0 л водню (н.у.). Розрахуйте масову частку міді (%) у вихідній суміші металів.
- 6.2.4. На суміш кальцій карбонату та кальцій хлориду масою 2 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ об'ємом 224 мл (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) кальцій карбонату у вихідній суміші.
- 6.2.5. На суміш міді та купрум (II) оксиду масою 12 г подіяли надлишком розбавленої сульфатної кислоти. При цьому утворилось 16 г купрум (II) сульфату. Встановіть масу міді в суміші.
- 6.2.6. При дії сульфатної кислоти на 10 г сплаву магнію та срібла виділилось 5 л водню (н.у.). Розрахуйте масовий склад сплаву (%).
- 6.2.7. У результаті взаємодії 10,4 г суміші магнію та магній оксиду з розведеною сульфатною кислотою утворилось 36 г магній сульфату. Розрахуйте масовий склад вихідної суміші.



- 6.2.8.** 15,4 г суміші магнію та цинку розчинили в хлоридній кислоті, в якій містилось 21,9 г хлороводню. Обчисліть масу цинку в суміші.
- 6.2.9.** Розрахуйте масовий склад газової суміші, що складається з чадного та вуглекислого газів, якщо відомо, що 0,125 моль вихідної суміші може прореагувати з 0,56 л кисню (н.у.).
- 6.2.10.** При нагріванні 2,64 г суміші, що містить мідний та залізний купороси, виділилось 1,08 г води. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.11.** При розчиненні у хлоридній кислоті 2,33 г суміші заліза та цинку одержали 896 мл водню (н.у.). Розрахуйте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.
- 6.2.12.** Розрахуйте масові частки (%) компонентів мідно-алюмінієвого сплаву, якщо відомо, що при розчиненні 1,00 г сплаву в надлишку хлоридної кислоти виділилось 1180 см<sup>3</sup> водню (н.у.).
- 6.2.13.** Суміш цинку та магнію масою 8,9 г розчинили в надлишку хлоридної кислоти. У результаті реакції виділилось 4,48 л (н.у.) водню. Розрахуйте масову частку (%) цинку в суміші.
- 6.2.14.** На розчинення 10 г суміші кальцій оксиду та купрум (II) оксиду витратили хлоридну кислоту, в якій містилось 9,9 г хлороводню. Які масові частки (%) оксидів у вихідній суміші?
- 6.2.15.** Суміш порошоків міді та цинку масою 1,93 г спалили в кисні, на що витратили 0,336 л газу (н.у.). Визначте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.
- 6.2.16.** На розчинення 24,9 г суміші алюмінію та цинку витратили 438 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10%. Визначте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.
- 6.2.17.** На розчинення 10,7 г суміші цинку та цинк оксиду витратили 100 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10,22%. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.18.** При термічному розкладі 8,06 г суміші калій перманганату та калій хлорату утворилось 0,07 моль газу. Розрахуйте масову частку (%) калій хлорату у вихідній суміші.
- 6.2.19.** При дії надлишку води на 7,6 г суміші натрій гідриду та калій гідриду одержали 5,6 л водню (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.20.** Суміш заліза та алюмінію масою 16,4 г повністю прореагувала з 16,8 дм<sup>3</sup> хлору (н.у.). Розрахуйте масовий склад суміші металів.
- 6.2.21.** На хлорування 3,0 г суміші міді та заліза витратили 1,12 дм<sup>3</sup> хлору (н.у.). Визначте масову частку заліза (%) у вихідній суміші.
- 6.2.22.** При дії хлоридної кислоти на 5,5 г суміші алюмінію та заліза виділилось 4,48 л водню (н.у.). Встановіть масовий склад вихідної суміші металів.

## II РІВЕНЬ

- 6.2.23.** При нагріванні 20,32 г суміші купрум (II) гідроксиду та алюміній гідроксиду одержали водяну пару, яку сконденсували та повністю витратили для взаємодії з барій оксидом. При цьому одержали 54,72 г лугу. Визначте масові частки (%) кожної з речовин у вихідній суміші.
- 6.2.24.** На розчинення суміші заліза, міді та залізної окалини масою 8 г витратили 90,64 мл хлоридної кислоти ( $\rho = 1,047$  г/мл) з масовою часткою хлороводню 10%. Одержали 1,12 л газу (н.у.). Розрахуйте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.25.** На осадження сульфат-йонів, що містились у розчині, приготовленому із суміші калій сульфату та алюміній сульфату масою 52,05 г, витратили 1625 мл 0,2 М розчину барій нітрату. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.26.** На розчинення суміші ферум (III) оксиду та залізної окалини масою 62,4 г витратили 334,6 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 24%. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 6.2.27.** При повному розчиненні 1,11 г сплаву алюмінію та силіцію в розчині калій гідроксиду добули водень кількістю речовини, яка необхідна для повного відновлення 6,00 г купрум (II) оксиду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів у суміші.
- 6.2.28.** Розрахуйте масові частки (%) компонентів у суміші, одержаній при сплавленні еквімолярної суміші алюмінію та сірки масою 17,7 г.
- 6.2.29.** На суміш цинк оксиду та цинку масою 305 г подіяли надлишком розчину лугу. Одержаний при цьому газ спалили, одержавши 39,6 г води. Яка масова частка (%) цинк оксиду у вихідній суміші?
- 6.2.30.** При повному термічному розкладі суміші кальцій карбонату та натрій карбонату масою 63 г одержали газ, об'єм якого становив 1/6 частину від об'єму газу, що виділився при дії на таку ж масу вихідної суміші надлишком хлоридної кислоти. Визначте масову частку кальцій карбонату (%) у вихідній суміші.
- 6.2.31.** При розчиненні 152,8 г сплаву міді, заліза та магнію у хлоридній кислоті утворилось 38,08 л газу (н.у.) та 96 г нерозчинного залишку. Визначте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 6.2.32.** При розчиненні сплаву срібла, алюмінію та міді масою 8,47 г у концентрованої нітратній кислоті одержали 3,58 г суміші нітратів та 6,75 г нерозчинного залишку. Розрахуйте масові частки (%) металів у вихідній суміші.
- 6.2.33.** Визначте масові частки (%) компонентів суміші, одержаної при сплавленні 252 г еквімолярної суміші магнію та силіцій діоксиду.

- 6.2.34.** Розрахуйте масові частки компонентів суміші (%), одержаної при сплавленні 399,84 г суміші алюмінієвого пилу та ферум (III) оксиду, кількості речовин яких відносяться відповідно як 4 : 3.
- 6.2.35.** Крізь розчин, що містив 2,00 г суміші калій хлориду та калій йодиду, пропустили хлор кількістю речовини, яка необхідна для реакції. Потім з розчину випарили воду. Маса одержаного залишку склала 1,72 г. Визначте масові частки (%) солей у вихідній суміші.

### III РІВЕНЬ

- 6.2.36.** До 93,2 г суміші кальцій карбонату та калій перманганату добавили концентровану хлоридну кислоту в надлишок. При цьому виділилось 22,4 л (н.у.) хлору. Розрахуйте масовий склад твердого залишку, який можна одержати при повному термічному розкладі вихідної суміші солей.
- 6.2.37.** На окиснення 42,4 г суміші ферум (II) сульфату та ферум (III) сульфату витратили 200 мл 0,2 М розчину калій перманганату, підкисленого сульфатною кислотою. Визначте кількість речовини кожного компонента вихідної суміші.
- 6.2.38.** Суміш залізної окалини, заліза та міді помістили в надлишок хлоридної кислоти. При цьому утворилось 8,96 дм<sup>3</sup> газу та 2,56 г нерозчинного залишку. Таку ж масу вихідної суміші відновили воднем, на що витратили 1/5 частину, одержаного в попередньому досліді газу. Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 6.2.39.** У 500 мл води розчинили суміш калій хлориду, калій карбонату та калій сульфату певної маси. Одержаний розчин довели до об'єму 800 мл. До нього додали розчин сульфатної кислоти, у якому містилась стехіометрична кількість речовини кислоти. При цьому виділилось 4,48 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). На осадження сульфат-йонів в одержаному розчині використали 200 мл 2,5 М розчину барій хлориду. Після цього осадили хлорид-йони, на що витратили 0,4 л 2,75 М розчину аргентум нітрату. Розрахуйте: а) масовий склад вихідної суміші; б) молярні концентрації солей у вихідному розчині об'ємом 800 мл.
- 6.2.40.** Суміш ферум (III) хлориду та алюміній хлориду масою 74 г розчинили у воді. До одержаного розчину добавили надлишок розчину калій гідроксиду. Осад, що утворився, відфільтрували, промили та прожарили. Маса залишку склала 20 г. Визначте хімічний склад одержаної речовини. Розрахуйте масовий склад солей у вихідній суміші (%).
- 6.2.41.** Суміш калій сульфіту та калій сульфату масою 11,7 г розчинили у воді. До одержаного розчину добавили надлишок розчину барій хлориду, а потім надлишок хлоридної кислоти. Осад, що випав, промили,

висушили та зважили. Його маса склала 9,32 г. Розрахуйте: а) склад осаду; б) масові частки (%) солей у вихідній суміші.

- 6.2.42.** Суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 14,6 г нагрівали до тих пір, поки не припинилось зменшення маси. Маса залишку після нагрівання склала 13,7 г. Визначте масову частку (%) натрій карбонату у вихідній суміші.
- 6.2.43.** При розчиненні суміші алюмінію, золота та міді в концентрованій нітратній кислоті утворилось 0,112 л (н.у.) газу та 2,065 г нерозчинного залишку. При розчиненні такої ж маси вихідної суміші в хлоридній кислоті одержали 1,344 л газу (н.у.). Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 6.2.44.** Розчин калій гідроксиду об'ємом 57 мл ( $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ) витратили на взаємодію із сульфатною кислотою та купрум (II) нітратом, які містились у 100 мл розчину. Одержаний при цьому осад прожарили і одержали 0,4 г твердого залишку. Розрахуйте маси речовин, які містились у вихідному розчині. Визначте їхні концентрації в моль/л.
- 6.2.45.** До суміші масою 80 г, що містить барій оксид, цинк оксид та кальцій оксид, масові частки яких дорівнюють відповідно 60%, 20% і 20%, добавили розчин сульфатної кислоти об'ємом 800 мл ( $W = 12\%$ ,  $\rho = 1,08 \text{ г/мл}$ ). Визначте кількість речовини води в одержаному розчині.

## Розділ 6

## Група 3

При розв'язанні задач цієї групи будемо вважати, що весь метал, який утворюється під час реакції, повністю осідає на пластинці.

### I РІВЕНЬ

- 6.3.1.** У розчин, що містить купрум (II) сульфат, помістили залізну пластинку масою 5 г. Через деякий час маса пластинки стала 5,5 г. Визначте, яка маса заліза вступила в реакцію із сіллю.
- 6.3.2.** Мідну пластинку масою 20 г помістили в розчин меркурій (II) хлориду. Після закінчення реакції маса її збільшилась на 20%. Визначте масу ртуті, яка виділилась з розчину.
- 6.3.3.** Цинкову пластинку масою 20 г помістили в розчин купрум (II) сульфату. Після витіснення всієї міді маса промитої і висушеної пластинки стала 18 г. Визначте масу солі, що утворилась.
- 6.3.4.** Кадмієву пластинку занурили в розчин купрум (II) сульфату. Визначте масу відновленої міді, якщо відомо, що маса пластинки після завершення реакції зменшилась на 2,4 г.

- 6.3.5.** Залізну пластинку масою 15 г помістили в розчин аргентум нітрату. Відомо, що прореагувало 3 г заліза. Визначте масу пластинки після закінчення реакції.
- 6.3.6.** Кадмієву пластинку помістили в розчин купрум (II) нітрату масою 300 г з масовою часткою солі 20%. Визначте: а) як зміниться маса пластинки, якщо прореагує половина солі, що міститься в розчині; б) масову частку утвореної солі, що буде міститись у розчині в момент, коли прореагує половина вихідної маси купрум (II) нітрату.
- 6.3.7.** У розчин купрум (II) сульфату із вмістом солі 16 г помістили залізну пластинку. Після повного витіснення міді маса пластинки збільшилась на 2%. Визначте початкову масу пластинки.
- 6.3.8.** Мідню пластинку масою 12 г помістили в розчин аргентум нітрату. Через деякий час її вийняли, висушили і зважили. Маса пластинки змінилась на 5%. Визначте масу срібла, яка виділилась із розчину.
- 6.3.9.** У розчин, що містить 13 г меркурій (II) хлориду, помістили залізну пластинку. Як змінилась маса пластинки (збільшилась чи зменшилась і на скільки грамів) у момент, коли прореагувало 50% солі?
- 6.3.10.** У розчин, що містить 8 г купрум (II) сульфату, помістили кадмієву пластинку. Після повного витіснення міді маса пластинки зменшилась на 10%. Визначте початкову масу пластинки.
- 6.3.11.** Цинкову пластинку масою 40 г помістили в розчин кадмій сульфату. Після витіснення всього Кадмію маса пластинки збільшилась на 6%. Визначте масу кадмію, який осів на пластинці.
- 6.3.12.** Мідню пластинку масою 50 г помістили в розчин аргентум нітрату масою 200 г з масовою часткою солі 5%. Визначте масу пластинки після повного виділення Аргентуму із розчину солі.

## II РІВЕНЬ

- 6.3.13.** Цинкову пластинку масою 40 г занурили у 300 мл 1,5 М розчину купрум (II) хлориду. Визначте: а) масу пластинки після закінчення реакції; б) масу цинк хлориду, що утворився; в) молярну концентрацію цинк хлориду в утвореному розчині (змінюючи об'єм розчину можна знехтувати).
- 6.3.14.** Залізну сітку масою 5 г помістили у 200 мл розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою солі 10% ( $\rho = 1,1$  г/мл). Сітку вийняли, промили і висушили після того, як прореагувало 10% солі. Визначте масу сітки після закінчення реакції.
- 6.3.15.** У розчин, що містить 13,5 г аргентум нітрату, помістили цинкову пластинку. Через деякий час маса її збільшилась на 2 г. Розрахуйте ступінь виділення Аргентуму із солі (%).

- 6.3.16.** У склянку, що містить 300 г розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою солі 10%, помістили цинкову пластинку. Після повного витіснення Купруму маса пластинки зменшилась на 2%. Визначте початкову масу пластинки.
- 6.3.17.** У розчин, що містить 17 г аргентум нітрату, помістили кадмієву пластинку. Після повного витіснення Аргентуму маса пластинки змінилась на 40%. Визначте: а) масу срібла, осадженого на пластинці; б) початкову масу пластинки.
- 6.3.18.** Мідню пластинку масою 10 г помістили в розчин аргентум нітрату масою 60 г з масовою часткою солі 0,1. Визначте масу пластинки в момент, коли масова частка солі зменшилась на 40%. Зміною маси розчину можна знехтувати.
- 6.3.19.** Залізну пластинку масою 20 г помістили в розчин аргентум нітрату масою 800 г з масовою часткою солі 12%. Визначте масу пластинки в момент, коли масова частка аргентум нітрату зменшилась в 1,5 рази. Зміною маси розчину можна знехтувати.
- 6.3.20.** Цинкову пластинку помістили у свіжоприготовлений розчин, в якому містилось 1,7 г аргентум нітрату та 18 г ферум (II) нітрату. Як зміниться маса пластинки (збільшилась чи зменшилась і на скільки грамів) після повного витіснення металів із солей, які містяться в розчині?
- 6.3.21.** У розчині, що містив 3 г безводного кадмій сульфату, розчинили 25 г мідного купоросу. Цинкову пластинку занурили в одержаний розчин. Як зміниться маса пластинки (збільшиться чи зменшиться і на скільки грамів) після повного витіснення металів з розчину їхніх солей?
- 6.3.22.** У розчин купрум (II) хлориду масою 450 г помістили кадмієву пластинку, маса якої становила 8,9% від маси вихідного розчину. Після повного витіснення міді маса пластинки зменшилась на 40%. Визначте масову частку солі у вихідному розчині.
- 6.3.23.** У розчин, що містить 300 г купрум (II) сульфату, помістили нікелеву пластинку. Через деякий час маса пластинки змінилась на 25% і становила 15 г. Визначте: а) вихідну масу нікелевої пластинки; б) ступінь виділення Купруму з купрум (II) сульфату.
- 6.3.24.** Залізну пластинку масою 20 г помістили в розчин купрум (II) сульфату масою 500 г з масовою часткою солі 0,1. Визначте масу пластинки в момент, коли масова частка солі зменшилась у 2 рази. Зміною маси розчину можна знехтувати.
- 6.3.25.** У розчин, що містить 20 г аргентум нітрату, помістили цинкову пластинку. Через деякий час її маса стала 14,44 г. Приріст маси пластинки склав 44,4%. Розрахуйте: а) вихідну масу пластинки; б) об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 10% ( $\rho = 1,054$  г/см<sup>3</sup>), що витратиться на повне розчинення одержаного срібла.

- 6.3.26.** У розчин, що містить 120 г купрум (II) хлориду, помістили нікелеву пластинку. Через деякий час маса її змінилась на 2,5 г. Визначте:  
 а) ступінь виділення Купруму з купрум (II) хлориду (%);  
 б) об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 0,68 ( $\rho = 1,406 \text{ г/см}^3$ ), який витратиться на повне розчинення осадженої міді.
- 6.3.27.** Залізну пластинку масою 30 г помістили в розчин купрум (II) хлориду масою 500 г з масовою часткою солі 30%. Через деякий час пластинку вийняли, промили та висушили. Її маса змінилась на 20%. Розрахуйте масові частки речовин (%), що міститимуться в розчині після закінчення реакції.

### III РІВЕНЬ

- 6.3.28.** Кадмієву пластинку масою 20 г помістили в розчин купрум (II) сульфату масою 200 г з масовою часткою солі 20%. Пластинку вийняли в момент, коли масова частка утвореної солі стала дорівнювати масовій частці купрум (II) сульфату, що залишився в розчині. Визначте масу пластинки після проведення реакції.
- 6.3.29.** У два розчини, що містять купрум (II) нітрат та плюмбум (II) нітрат з однаковими значеннями молярних концентрацій еквівалентів речовини, помістили однакові за масою цинкові пластинки. Через досить тривалий час виявилось, що маса першої пластинки зменшилась на 0,08 г. Як змінилась маса другої пластинки?
- 6.3.30.** Цинкову пластинку помістили в розчин, в якому містилась суміш аргентум нітрату та купрум (II) нітрату масою 177,2 г. Кількості речовин компонентів суміші відносяться відповідно як 3:2. Визначте, як змінилась маса пластинки (збільшилась чи зменшилась і на скільки грамів) після повного витіснення металів з розчину.
- 6.3.31.** Дві однакові за масою металеві пластинки (для металу характерна ступінь окиснення +2) помістили на деякий час у склянки з розчинами аргентум нітрату та купрум (II) хлориду з однаковими значеннями молярних концентрацій еквівалентів речовини. Потім пластинки промили, висушили та зважили. Перша пластинка збільшилась у масі на 15,1%, а друга зменшила свою масу на 0,1%. Визначте, з якого металу були виготовлені пластинки.
- 6.3.32.** У 200 мл розчину, 1 л якого містить по 0,01 моль аргентум нітрату, магній нітрату та плюмбум (II) нітрату, помістили 22,4 г залізних ошукрок. Визначте маси витіснених залізом металів.
- 6.3.33.** Мідну пластинку масою 70 г витримали в розчині аргентум нітрату, після чого її маса стала дорівнювати 90 г. Розрахуйте об'єм розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,181 \text{ г/см}^3$ ), який витратиться на розчинення мідної пластинки після витримання її в розчині аргентум нітрату. Масова частка нітратної кислоти в розчині становить 30%.

- 6.3.34.** Після витримання мідної пластинки масою 20 г у водному розчині аргентум нітрату її маса збільшилась на 40%. Пластинку промили, висушили і розчинили в розчині сульфатної кислоти ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 96%. Розрахуйте об'єм розчину кислоти, що витратиться на повне розчинення пластинки.
- 6.3.35.** Нікелеву пластинку масою 6,6 г помістили у свіжоприготовлений розчин ферум (III) нітрату масою 150 г з масовою часткою солі 11,2%. Після деякого витримання пластинки в розчині солі її вийняли. При цьому виявилось, що масова частка ферум (III) нітрату стала дорівнювати масовій частці солі нікелю (II), яка утворилась у розчині. Визначте масу пластинки після того, як її вийняли з розчину солі.

## Розділ 6

## Група 4

### I РІВЕНЬ

- 6.4.1.** Визначте невідомі речовини X, X<sub>1</sub> та X<sub>2</sub>:  
 а)  $3\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 3\text{X} = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ;  
 б)  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{X} = (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ;  
 в)  $\text{KHSO}_4 + \text{X}_1 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 г)  $2\text{KHSO}_4 + \text{X}_2 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
- 6.4.2.** Закінчіть схеми хімічних реакцій:  
 а)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{LiOH} = \dots + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{LiOH} = \dots + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  
 в)  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$ ;      г)  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow$ ;  
 д)  $\text{FeCl}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow$ ;      е)  $\text{KHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$ ;  
 є)  $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$ ;      ж)  $\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
 з)  $\text{KHSO}_4 + \text{CuO} \rightarrow$ ;      и)  $\text{NaHSO}_4 + \text{Zn} \rightarrow$ .
- 6.4.3.** Визначте масу солі, яка утвориться при взаємодії:  
 а) 0,2 моль калій гідроксиду та розчину ортофосфатної кислоти, в якому міститься 9,8 г розчиненої речовини;  
 б) 0,02 моль сульфатної кислоти та амоніаку масою 0,17 г;  
 в) барій гідроксиду кількістю речовини 0,1 моль та хлоридної кислоти, одержаної при розчиненні у воді хлороводню об'ємом 2,24 л (н.у.);  
 г) натрій гідроксиду масою 8 г та 4,48 л (н.у.) сірководню.
- 6.4.4.** Визначте формули речовин X, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> та X<sub>4</sub>:  
 а)  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{X} = \text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3 + 2\text{KNO}_3$ ;  
 б)  $\text{MgCO}_3 + \text{X}_1 + \text{X}_2 = \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ;  
 в)  $\text{AlCl}_3 + 2\text{X}_3 = \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + 2\text{LiCl}$ ;  
 г)  $2\text{NaHSO}_4 + \text{X}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$ .
- 6.4.5.** Визначте маси солей, які утворяться при взаємодії:  
 а) 0,4 г натрій гідроксиду та 0,49 г ортофосфатної кислоти;

- б) 0,2 моль ферум (III) хлориду та 0,2 моль натрій гідроксиду;  
 в) 0,5 моль барій гідроксиду та 31,5 г нітратної кислоти;  
 г) 12 г натрій гідроксиду та 6,72 л сірководню (н.у.);  
 д) 89,6 л амоніаку (н.у.) та 2 моль ортофосфатної кислоти;  
 е) 4,48 л карбон діоксиду (н.у.) та 8 г натрій гідроксиду;  
 є) 0,5 моль калій гідроксиду та 11200 см<sup>3</sup> (н.у.) сульфур діоксиду;  
 ж) 0,03 моль цинк хлориду та 0,03 моль літій гідроксиду.
- 6.4.6.** Визначте маси солей, які утворюються при взаємодії 8 моль ортофосфатної кислоти та 10 моль калій гідроксиду?
- 6.4.7.** Обчисліть маси солей, які утворюються при зливанні розчинів ортофосфатної кислоти та натрій гідроксиду, які містять відповідно 5 моль кислоти та 13 моль лугу.
- 6.4.8.** 112 дм<sup>3</sup> амоніаку (н.у.) вступило в реакцію з розчином ортофосфатної кислоти об'ємом 1500 мл і концентрацією кислоти 2 моль/л. Визначте хімічний склад та маси солей, які утворюються в розчині.
- 6.4.9.** Визначте маси солей, які утворюються при змішуванні розчинів цинк хлориду із вмістом речовини 2 моль та калій гідроксиду, в якому міститься 3 моль речовини?
- 6.4.10.** До 4 л 1 М розчину натрій гідроксиду додали розчин сульфатної кислоти із вмістом речовини 2,5 моль. Визначте маси солей, які утворились у розчині?
- 6.4.11.** Визначте маси солей, які утворюються при взаємодії розчину ортофосфатної кислоти, що містить 9,8 г кислоти з лугом, одержаним при розчиненні 4,65 г натрій оксиду у воді?
- 6.4.12.** Визначте масу солі, що утвориться при пропусканні 5 л карбон діоксиду (н.у.) крізь розчин натрій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою лугу 0,04.
- 6.4.13.** Визначте маси солей, які утворюються при взаємодії 500 мл 0,3 М розчину натрій гідроксиду та 200 мл 0,5 М розчину сульфатної кислоти?
- 6.4.14.** Визначте маси солей, які утворюються при зливанні розчину натрій гідроксиду масою 26 г з масовою часткою лугу 0,2 та 20 г розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 49%?
- 6.4.15.** Визначте масу солі, яка утвориться при змішуванні розчинів калій гідроксиду із вмістом лугу 2,8 г та сульфатної кислоти масою 0,01 кг з масовою часткою кислоти 49%?
- 6.4.16.** До розчину, що містить 5,88 г ортофосфатної кислоти, добавили розчин калій гідроксиду із вмістом лугу 8,4 г. Розчин випарували. Визначте масовий склад одержаного твердого залишку.
- 6.4.17.** Розчин ортофосфатної кислоти із вмістом речовини 9,8 г помістили в вапняну воду, в якій містилось 0,13 моль кальцій гідроксиду. Визначте склад твердого залишку, одержаного в результаті випаровування розчину.

**6.4.18.** При термолізі 0,2 кг вапняку, що не містить домішок, одержали газ, який пропустили крізь баритову воду об'ємом 2000 мл з концентрацією розчиненої речовини 0,75 моль/л. Визначте маси солей, які утворились.

## П Р І В Е Н Ь

- 6.4.19.** Визначте масу та склад солі, що утвориться в результаті взаємодії 250 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,28$  г/мл,  $W = 2,5\%$ ) та фосфор (V) оксиду, одержаного при спалюванні 0,2 моль фосфору. Розрахуйте масову частку солі (%) в утвореному розчині.
- 6.4.20.** Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) потрібно пропустити крізь розчин гашеного вапня, щоб утворилось 10 г кальцій карбонату та 4,86 г кальцій гідрогенкарбонату?
- 6.4.21.** Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) пропустили крізь 200 г розчину натрій гідроксиду ( $W = 20\%$ ), якщо одержали кислу сіль?
- 6.4.22.** Визначте масу лугу, який містився в розчині натрій гідроксиду, якщо в результаті його взаємодії з ортофосфатною кислотою, одержали 65,6 г натрій фосфату та 31,81 г натрій гідрогенфосфату.
- 6.4.23.** Визначте об'єм вуглекислого газу (н.у.), який потрібно пропустити крізь розчин натрій гідроксиду, щоб утворилось 0,6 моль натрій гідрогенкарбонату та 0,1 моль натрій карбонату.
- 6.4.24.** До розчину сульфатної кислоти масою 120 г прилили розчин калій гідрогенсульфату масою 150 г. Утворилась суміш калій сульфату та калій гідрогенсульфату масою 120 г. Маси солей у суміші відносяться відповідно як 1:2. Визначте масові частки лугу і кислоти у вихідних розчинах (%).
- 6.4.25.** Яку масу розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 0,2, потрібно нейтралізувати, щоб утворилось 24 г натрій гідрогенфосфату та 71 г натрій дигідрогенфосфату?
- 6.4.26.** Який об'єм розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,18$  г/мл) з масовою часткою лугу 20% піде на реакцію з фосфор (V) оксидом для одержання суміші, що міститиме 34,8 г калій гідрогенфосфату та 54,4 г калій дигідрогенфосфату?
- 6.4.27.** До розчину, що містить 1,96 г ортофосфатної кислоти, добавили розчин, що містить 2,58 г калій гідроксиду. Визначте масу і склад твердого залишку, який можна одержати після повного випарювання одержаного розчину.
- 6.4.28.** Визначте масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%, який використали для одержання 83,4 г еквімолярної суміші калій гідрогенсульфіту та калій сульфіту.
- 6.4.29.** Яку масу вапняку потрібно розкласти для одержання вуглекислого газу, необхідного для реакції з вапняною водою з метою одержання суміші, що містить 0,35 моль кальцій гідрогенкарбонату та 0,15 моль

кальцій карбонату? Масова частка кальцій карбонату у вапняку становить 90%.

- 6.4.30.** До розчину сульфатної кислоти масою 200 г долили 400 г розчину натрій гідроксиду. При цьому утворилось 36 г натрій гідрогенсульфату та 28,4 г натрій сульфату. Визначте масові частки (%) кислоти та лугу у вихідних розчинах.
- 6.4.31.** Газ, одержаний при взаємодії 80,25 г амоній хлориду з надлишком лугу, пропустили крізь розчин ортофосфатної кислоти масою 588 г з масовою часткою речовини 0,2. Визначте маси розчинених речовин в одержаному розчині?
- 6.4.32.** Визначте масу розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20%, яку необхідно нейтралізувати лугом, щоб одержати 120 г суміші натрій гідрогенфосфату та натрій дигідрогенфосфату, у якій кількості речовин солей відносяться відповідно як 2:3.
- 6.4.33.** Який об'єм сульфур діоксиду, виміряний при температурі 20°C і тиску 1 атм, пропустили крізь розчин калій гідроксиду, якщо в розчині одержали 31,6 г калій сульфіту та 12 г калій гідрогенсульфіту?
- 6.4.34.** Визначте об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 20%, який необхідно використати для взаємодії з фосфор (V) оксидом для одержання 28,4 г натрій гідрогенфосфату та 16,4 г натрій фосфату.
- 6.4.35.** Визначте масовий склад солей, що утворюються при розчиненні 186 г кальцій фосфату в розчині ортофосфатної кислоти масою 326,7 г з масовою часткою кислоти 30%.
- 6.4.36.** Яку масу вапняку, що містить 10% некарбонатних домішок, потрібно розкласти для одержання вуглекислого газу, необхідного для взаємодії з лугом з метою одержання розчину, що містить 10,6 г натрій карбонату та 42 г натрій гідрогенкарбонату?
- 6.4.37.** Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) необхідно пропустити крізь розчин кальцій гідроксиду масою 394,7 г з масовою часткою речовини 15%, щоб одержати 98,60 г суміші кальцій карбонату та кальцій гідрогенкарбонату?

### III РІВЕНЬ

- 6.4.38.** Визначте масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%, яку потрібно додати до розчину сульфатної кислоти із вмістом кислоти 0,2 моль, щоб у розчині утворилось 31 г суміші калій сульфату та калій гідрогенсульфату.
- 6.4.39.** До розчину сульфатної кислоти масою 300 г долили розчин їдкового натру масою 250 г. Утворилось 28,4 г натрій сульфату та 36 г натрій гідрогенсульфату. Визначте масові частки (%) кислоти та лугу у вихідних розчинах.

- 6.4.40.** Повністю спалили 40 дм<sup>3</sup> (н.у.) газової суміші, що містить водень, чадний газ та метан. Утворені продукти пропустили крізь розчин гашеного вапна. Утворилось 66 г кальцій карбонату та 55,08 г кальцій гідрогенкарбонату. Визначте об'ємну частку метану (%) у вихідній суміші, якщо відомо, що об'єми чадного газу та метану відносились як 1:2.
- 6.4.41.** Визначте масу вугілля з масовою часткою Карбону 90% (решта негорючі домішки), яку спалили, якщо при пропусканні одержаного газу крізь розчин калій гідроксиду одержали 140 г еквімолярної суміші калій карбонату та калій гідрогенкарбонату.
- 6.4.42.** Який об'єм (н.у.) карбон діоксиду потрібно пропустити крізь баритову воду масою 300 г з масовою часткою лугу 0,2, щоб утворилось 80 г суміші барій карбонату та барій гідрогенкарбонату?
- 6.4.43.** Визначте масу осаду, який утвориться при змішуванні розчинів кальцій гідроксиду та ортофосфатної кислоти, що містять відповідно 22,2 г та 24,5 г розчинених речовин.
- 6.4.44.** Для проведення реакції нейтралізації барій гідроксиду ортофосфатною кислотою використали два розчини, що містили відповідно 34,2 г барій гідроксиду та 29,4 г ортофосфатної кислоти. Визначте склад та маси речовин, які будуть міститись в одержаному розчині.
- 6.4.45.** Крізь розчин калій гідроксиду пропустили газ, який добули при дії надлишком хлоридної кислоти на 77,47 г доломіту, масова частка некарбонатних домішок в якому становила 5%. При цьому одержали 95,2 г суміші калій карбонату та калій гідрогенкарбонату. Визначте масовий склад утвореної суміші.
- 6.4.46.** Продукти спалювання 6 г деякої органічної речовини пропустили поспільно через склянки, що містили фосфор (V) оксид та баритову воду. Маса першої склянки збільшилась на 10,8 г, а в другій утворилось 39,4 г барій карбонату та 25,9 г барій гідрогенкарбонату. Визначте формулу невідомої органічної речовини.
- 6.4.47.** Розчин ортофосфатної кислоти об'ємом 40 мл з концентрацією речовини 2 моль/л змішали з розчином натрій гідрогенфосфату масою 170,4 г з масовою часткою солі 5%. Визначте маси речовин, які будуть міститись в одержаному розчині.
- 6.4.48.** Розчин ортофосфатної кислоти масою 19,6 г з масовою часткою кислоти 10% влили в розчин натрій гідрогенфосфату масою 7,1 г з масовою часткою солі 20%. Визначте масові частки речовин (%), які будуть міститись в одержаному розчині.
- 6.4.49.** До суміші калій гідрогенфосфату та калій дигідрогенфосфату масою 66,9 г, у якій масова частка Калію дорівнює 34,98%, додали розчин ортофосфатної кислоти масою 500 г з масовою часткою кислоти 1,96%. Визначте масові частки розчинених речовин в одержаному розчині.

## Розділ 7. РОЗЧИНИ. ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ

У цьому розділі виділено такі групи задач:

**Група 1.** Задачі на приготування розчинів, в яких не відбуваються хімічні реакції.

**Група 2.** Задачі, що включають розрахунки за рівняннями реакцій, які відбуваються в розчинах.

**Група 3.** Задачі на визначення складу олеуму і на приготування розчинів  $H_2SO_4$  на основі олеуму.

**Група 4.** Задачі на визначення розчинності речовин і використання коефіцієнта розчинності.

**Група 5.** Задачі на використання взаємозв'язків між масовою часткою, молярністю, молярною концентрацією еквівалентів та розчинністю.

**Група 6.** Задачі на визначення і використання кількісних характеристик електролітичної дисоціації.

Кількісний склад розчину виражають концентрацією розчиненої речовини або часткою розчиненої речовини.

Концентрація	Частка
молярна $C(X) = \frac{\nu(X)}{V_{p-ny}}$ (моль/л)	молярна $\chi(X) = \frac{\nu(X)}{\sum \nu}$

молярна еквівалентів $C_{екв.}(X) = \frac{\nu_{екв.}(X)}{V_{p-ny}}$ (моль/л)	масова $W(X) = \frac{m(X)}{\sum m}$
	об'ємна $\varphi(X) = \frac{V(X)}{\sum V}$

$\nu(X)$ ,  $m(X)$ ,  $V(X)$  — кількість, маса та об'єм розчиненої речовини;

$\nu_{екв.}(X)$  — кількість еквівалентів розчиненої речовини;  $V_{p-ny}$  — об'єм розчину;  $\sum \nu$ ,  $\sum m$ ,  $\sum V$  — сума кількостей речовини, мас та об'ємів компонентів.

**Розчинність** — це властивість речовини розчинятися у воді або іншому розчиннику. Найчастіше розчинність виражають максимальним числом грамів речовини, яку можна розчинити у 100 г розчинника за даної температури. Цю кількість речовини іноді називають *коефіцієнтом розчинності* або просто *розчинністю* речовини.

Кількісний склад розчину можна визначити за допомогою титрування.

**Титрування** — це доливання малими порціями титрованого розчину до розчину, що аналізується. Титрування припиняється в момент закінчення реакції (*точка еквівалентності*). **Титрований розчин** — це розчин з відомою концентрацією розчиненої речовини. Розрахунки ведуть за формулою

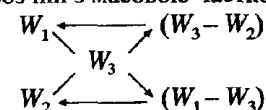
$C_{екв.}(X) \cdot V_{p-ny}(X) = C_{екв.}(X_1) \cdot V_{p-ny}(X_1)$ , де  $C_{екв.}(X)$  і  $V_{p-ny}(X)$  — молярна концентрація еквівалентів і об'єм титрованого розчину;  $C_{екв.}(X_1)$  і  $V_{p-ny}(X_1)$  — молярна концентрація еквівалентів і об'єм розчину, що титрується.

**Правило змішування (правило паралелограма).** Правило використовується у випадку зливання двох розчинів з метою одержання нового розчину або розбавлення концентрованого розчину водою.

Відношення маси першого розчину ( $m_1$ ) до маси другого розчину ( $m_2$ ) дорівнює відношенню різниці масових часток суміші ( $W_3$ ) і другого розчину ( $W_2$ ) до різниці масових часток першого розчину ( $W_1$ ) і суміші ( $W_3$ ):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{W_3 - W_2}{W_1 - W_3}$$

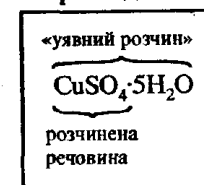
При розрахунках зручно використовувати діагональну схему правила змішування («конверт Пірсона»). По вертикалі записують значення масових часток розчиненої речовини у вихідних розчинах ( $W_1$ ,  $W_2$ ), а праворуч, між ними — масову частку розчиненої речовини в розчині, який необхідно одержати ( $W_3$ ). Далі проводять віднімання масових часток, розташованих на одній діагоналі, і записують різницю на цій же діагоналі. При цьому одержують числа, відношення яких дорівнює відношенню мас вихідних розчинів, при змішуванні яких утвориться розчин з масовою часткою розчиненої речовини  $W_3$ .



Аналогічно за діагональною схемою можна проводити розрахунки в тих випадках, коли відомі густини розчинів, тільки тоді отримують відношення об'ємів вихідних розчинів.

Якщо для приготування розчину використовують воду, то в діагональній схемі проставляють масову частку 0%, або густину води  $1 \text{ г/см}^3$ . Якщо в розчин додають тверду речовину, то в діагональній схемі проставляють масову частку 100%. Кристалогідрат розглядають як «уявний розчин», з певною масовою часткою розчиненої речовини.

Наприклад:



$$W(CuSO_4) = \frac{M(CuSO_4)}{M(CuSO_4 \cdot 5H_2O)} = \frac{160}{250} = 0,64 \text{ або } 64\%$$

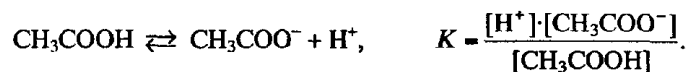
**Електролітична дисоціація** — це процес розпаду на йони речовини під час її розчинення у воді чи іншому полярному розчиннику або під час розплавлення.

Для кількісної характеристики електролітичної дисоціації використовують величина, яка називається **ступенем дисоціації** ( $\alpha$ ).  $\alpha = \frac{n}{N}$ , де  $n$  — число дисоційованих часток;  $N$  — вихідне число часток розчиненої речовини.

Для кількісної характеристики слабких електролітів використовують константу дисоціації.

**Константа дисоціації** ( $K$ ) електроліту — це фізична величина, яка дорівнює відношенню добутку рівноважних концентрацій йонів, на які дисоціював електроліт, до рівноважної концентрації недисоційованих молекул електроліту.

Наприклад, для оцтової кислоти, що дисоціює згідно за схемою:



## Розділ 7

## Група 1

### І РІВЕНЬ

- 7.1.1.** Визначте масову частку розчиненої речовини в розчині (%), одержаному при розчиненні 20 г натрій хлориду в 180 г води.
- 7.1.2.** Визначте масу води, в якій потрібно розчинити 140 г калійної селітри, щоб приготувати розчин з масовою часткою солі 0,1.
- 7.1.3.** Визначте масу хлороводню, який міститься у 2,0 л хлоридної кислоти ( $\rho = 1,108 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою речовини 0,22?
- 7.1.4.** Яку масу калій хлориду потрібно використати для одержання розчину солі масою 200 г з масовою часткою речовини 30%?
- 7.1.5.** В якому масовому відношенні потрібно змішати розчини натрій гідроксиду з масовими частками речовини 10% та 60%, щоб одержати розчин лугу з масовою часткою речовини 40%?
- 7.1.6.** Як приготувати 600 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 0,2, використавши для цього розчин солі з масовою часткою речовини 80%?
- 7.1.7.** Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,25 ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ) потрібно додати до 200 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,05, щоб одержати розчин з масовою часткою хлороводню 0,2?
- 7.1.8.** У якому об'ємному відношенні необхідно змішати розчини хлороводню з густинами  $1,180 \text{ г/см}^3$  та  $1,048 \text{ г/см}^3$ , щоб приготувати розчин густиною  $1,068 \text{ г/см}^3$ ?
- 7.1.9.** Які об'єми розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ) та води потрібно змішати, щоб приготувати 10 л розчину кислоти з густиною  $1,42 \text{ г/см}^3$ .

**7.1.10.** Змішали 200 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$ ) і 500 мл розчину цієї ж речовини з масовою часткою 40% ( $\rho = 1,408 \text{ г/см}^3$ ). Визначте масову частку (%) лугу в одержаному розчині.

**7.1.11.** У 600 мл води розчинили 112 л хлороводню (н.у.). Визначте масову частку хлороводню в одержаному розчині (%).

**7.1.12.** Який об'єм хлороводню (н.у.) розчинили в 420 мл води, якщо одержали розчин з масовою часткою речовини 0,25?

**7.1.13.** У двох об'ємах води розчинили 30 об'ємів амоніаку (н.у.). Визначте масову частку амоніаку (%) в одержаному розчині.

**7.1.14.** Визначте масову частку нітратної кислоти в розчині, одержаному при зливанні  $10 \text{ см}^3$  розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 40% та іншого розчину цієї ж кислоти об'ємом  $80 \text{ см}^3$  ( $\rho = 1,02 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою речовини 4%.

**7.1.15.** Визначте масову частку хлороводню в розчині, одержаному при доливанні 1500 мл води до 2 л хлоридної кислоти ( $\rho = 1,19 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою хлороводню 0,38.

**7.1.16.** При частковому випаровуванні 800 г розчину калій хлориду з масовою часткою солі 30% виділили 200 мл води. Визначте масову частку (%) солі в одержаному розчині.

**7.1.17.** Визначте масові частки розчинених речовин у розчинах, які утворюються при змішуванні таких розчинів: а) 400 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,1 та 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,3 ( $\rho = 1,149 \text{ г/мл}$ ); б) 300 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,137 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ) та 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30%.

**7.1.18.** Визначте масу води, до якої потрібно додати хлоридну кислоту з масовою часткою хлороводню 0,32, щоб приготувати 700 г розчину з масовою часткою  $\text{HCl}$  20%.

**7.1.19.** Визначте об'єм води, який потрібно використати для розбавлення 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 40%, щоб одержати розчин з масовою часткою кислоти 20%.

**7.1.20.** Яку масу хлоридної кислоти ( $W = 0,3$ ) необхідно додати до 400 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,15, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини 0,2?

**7.1.21.** Визначте маси розчинів сульфатної кислоти з масовими частками 60% та 10%, які необхідно використати для приготування 600 мл розчину кислоти з  $\rho = 1,218 \text{ г/см}^3$  і  $W = 0,3$ .



- 7.1.22. Який об'єм розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,078 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 0,14$ ) додали до 300 мл розчину цієї ж кислоти ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 0,2$ ), якщо одержали розчин з масовою часткою кислоти 17%?
- 7.1.23. Визначте маси розчинів хлороводню з густинами  $1,038 \text{ г/см}^3$  та  $1,139 \text{ г/см}^3$ , які необхідно використати для приготування 300 г хлоридної кислоти з густиною  $1,088 \text{ г/см}^3$ ?
- 7.1.24. Визначте масу розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%, яку потрібно додати до 0,6 л води, щоб приготувати розчин лугу з масовою часткою 0,15.
- 7.1.25. У лабораторії є розчин нітратної кислоти ( $\rho = 1,181 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 30%. Який об'єм цього розчину потрібно змішати з водою для приготування 400 мл розчину з масовою часткою цієї ж кислоти 14% і густиною  $1,078 \text{ г/см}^3$ ?
- 7.1.26. До розчину масою 400 г, масова частка солі в якому становить 20,0%, долили воду об'ємом 200 мл. Визначте масову частку (%) солі в одержаному розчині.
- 7.1.27. У воді об'ємом 500 мл розчинили 800 мл амоніаку (н.у.). Визначте масову частку амоніаку (%) в одержаному розчині.
- 7.1.28. Визначте молярну концентрацію лугу в розчині, одержаному при розчиненні 60 г натрій гідроксиду у воді, якщо об'єм одержаного розчину 2000 мл.
- 7.1.29. Визначте молярну концентрацію ортофосфатної кислоти в розчині об'ємом 750 мл, в якому міститься 147 г кислоти.
- 7.1.30. Натрій сульфат кількістю речовини 2,5 моль розчинили у 2 л води. Визначте масову частку солі (%) в одержаному розчині.
- 7.1.31. У двох об'ємах води розчинили 30 об'ємів сірководню. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 7.1.32. Який об'єм розчину з масовою часткою натрій гідроксиду 16% ( $\rho = 1,175 \text{ г/см}^3$ ) можна приготувати з 1,5 л розчину лугу з масовою часткою речовини 26% ( $\rho = 1,285 \text{ г/см}^3$ )?
- 7.1.33. В якому об'ємі 0,25 М розчину калій гідроксиду міститься 16,8 г лугу?
- 7.1.34. Визначте молярну концентрацію солі в розчині, одержаному при розчиненні 50 г калій сульфату у воді об'ємом 250 мл, якщо густина добутого розчину становить 1,1 г/мл.
- 7.1.35. Визначте молярну концентрацію кислоти в розчині, одержаному при зливанні 300 мл 0,2 М та 600 см<sup>3</sup> 0,7 М розчинів хлороводню.
- 7.1.36. Який об'єм 2,5 М розчину натрій гідроксиду потрібно використати для приготування 0,3 М розчину лугу об'ємом 100 мл?

- 7.1.37. Визначте масову частку купрум (II) сульфату в розчині, одержаному при розчиненні 25 г купрум (II) сульфату пентагідрату у 200 мл води.
- 7.1.38. Визначте масову частку (%) купрум (II) сульфату в розчині, одержаному при розчиненні 25 г мідного купоросу в 300 г розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою солі 0,2.
- 7.1.39. Знайдіть маси води та барій хлориду дигідрату, необхідні для приготування 400 мл розчину барій хлориду ( $\rho = 1,20 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою солі 0,2.
- 7.1.40. При випаровуванні розчину купрум (II) сульфату сіль виділяється у вигляді кристалогідрату  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Визначте масу купрум (II) сульфату пентагідрату, яку можна добути з 300 г розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою солі 20%.
- 7.1.41. Який об'єм хлороводню (н.у.) потрібно розчинити у 200 мл хлоридної кислоти з масовою часткою  $\text{HCl}$  0,2 ( $\rho = 1,098 \text{ г/мл}$ ), щоб збільшити масову частку речовини в 1,5 разу?
- 7.1.42. Який об'єм 0,5 М розчину калій гідроксиду потрібно використати для приготування 0,1 М розчину лугу об'ємом 200 мл?
- 7.1.43. Після часткового випарювання розчину, приготовленого розчиненням 40 г натрій хлориду в 300 г розчину цієї ж солі з масовою часткою 0,1, його маса зменшилась вдвоє. Визначте масову частку солі (%) в розчині, одержаному після випарювання.
- 7.1.44. Випарюванням 4 л розчину натрій хлориду ( $\rho = 1,1 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою солі 20% зменшили його об'єм вдвічі. Визначте масову частку (%) розчиненої речовини в одержаному розчині, густина якого 1,18 г/мл.
- 7.1.45. Хлороводень об'ємом 33,6 л (н.у.) розчинили у 2 л хлоридної кислоти з масовою часткою  $\text{HCl}$  10% ( $\rho = 1,047 \text{ г/см}^3$ ). Визначте масову частку хлороводню (%) в одержаному розчині.
- 7.1.46. Визначте масову частку (%) натрій сульфату в розчині, одержаному при розчиненні: а) 40 г глауберової солі в 440 мл води; б) 40 г глауберової солі у 200 г розчину  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  з масовою часткою солі 0,2.
- 7.1.47. Визначте об'єм води, в якому потрібно розчинити 6,44 г глауберової солі, щоб одержати розчин натрій сульфату з масовою часткою 15%.
- 7.1.48. В якому об'ємі води потрібно розчинити 7 г залізного купоросу, щоб одержати розчин ферум (II) сульфату з масовою часткою солі 0,2?
- 7.1.49. Визначте об'єм води та масу натрій сульфату декагідрату, які потрібно використати для приготування 200 г розчину з масовою часткою солі 0,3.

- 7.1.50.** Технічний калій гідроксид містить розчинні домішки, масова частка яких становить 3,846%. Визначте, в якому масовому відношенні потрібно змішати технічний калій гідроксид та воду, щоб приготувати розчин лугу з масовою часткою речовини 25%.
- 7.1.51.** Змішали 0,2 М, 0,6 М та 0,8 М розчини хлороводню в об'ємному відношенні відповідно 2:1:2. Визначте молярну концентрацію хлороводню в одержаному розчині.
- 7.1.52.** Які об'єми води та 2 М розчину сульфатної кислоти потрібно взяти для приготування 1200 мл 1,5 М розчину кислоти?

### III РІВЕНЬ

- 7.1.53.** Визначте масу барій хлорид дигідрату, яку потрібно розчинити в 400 г розчину барій хлориду з масовою часткою солі 0,2, щоб одержати розчин солі з масовою часткою речовини 0,4.
- 7.1.54.** Визначте масу ферум (II) сульфату гептагідрату, яку потрібно розчинити в 400 г води, щоб одержати розчин солі з масовою часткою речовини 4%.
- 7.1.55.** В якому масовому відношенні потрібно змішати мідний купорос та воду, щоб одержати розчин купрум (II) сульфату з масовою часткою солі 0,2?
- 7.1.56.** В якому об'ємі води розчинили 50 г купрум (II) сульфату пентагідрату, якщо одержали розчин з масовою часткою солі 0,4?
- 7.1.57.** При розчиненні 20 г кристалогідрату ферум (II) сульфату в 300 мл води одержали розчин з масовою часткою солі 3,417%. Визначте кількість молекул води, що входить до складу кристалогідрату.
- 7.1.58.** Визначте маси купрум (II) хлориду дигідрату та розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 0,2, які потрібно використати для приготування розчину масою 500 г з масовою часткою солі 0,25.
- 7.1.59.** Визначте масу кальцій хлориду гексагідрату, яку потрібно додати до 200 мл розчину кальцій хлориду ( $\rho = 1,01$  г/мл) з масовою часткою солі 5%, щоб одержати розчин солі з масовою часткою 0,2.
- 7.1.60.** Визначте масу ферум (II) сульфату гептагідрату та об'єм води (в мл), які необхідно використати для приготування 700 г розчину з масовою часткою солі 25%.
- 7.1.61.** Яку масу кальцій нітрату тетрагідрату потрібно додати до 200 г розчину кальцій нітрату з масовою часткою солі 0,15, щоб одержати розчин з масовою часткою 38%?
- 7.1.62.** В якому масовому відношенні потрібно взяти ферум (II) сульфат гептагідрат та розчин ферум (II) сульфату з масовою часткою солі 0,02, щоб приготувати розчин солі з масовою часткою 0,1?

- 7.1.63.** Визначте масу розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 0,2, до якого потрібно додати 17,1 г купрум (II) хлорид дигідрату, щоб приготувати розчин з масовою часткою солі 0,4.
- 7.1.64.** При розчиненні 34,2 г кристалогідрату купрум (II) хлориду у 200 мл води одержали розчин з масовою часткою солі 11,53%. Визначте хімічну формулу кристалогідрату.
- 7.1.65.** В якому масовому відношенні потрібно взяти розчин купрум (II) нітрату з масовою часткою 0,2 і купрум (II) нітрат тригідрат, щоб приготувати розчин з масовою часткою солі 40%?
- 7.1.66.** В якому масовому відношенні потрібно змішати розчин калій карбонату з масовою часткою солі 12,15% та калій карбонат дигідрат, щоб приготувати розчин з масовою часткою розчиненої речовини 42%?
- 7.1.67.** У 300 мл хлоридної кислоти ( $\rho = 1,129$  г/мл) з масовою часткою HCl 26% розчинили 3,5 л хлороводню, виміряного при температурі 20°C і тиску 107 кПа. Визначте масову частку (%) хлороводню в одержаному розчині.
- 7.1.68.** В якому об'ємі води потрібно розчинити алюмокалійєвий галун ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), щоб приготувати 300 г розчину калій сульфату з масовою часткою солі 0,02?
- 7.1.69.** Розчин барій нітрату масою 20 г містить  $6,177 \cdot 10^{23}$  атомів Оксигену. Визначте масову частку солі в розчині (%).
- 7.1.70.** Визначте масову частку нітратної кислоти в розчині (%), який містить однакову кількість атомів Гідрогену і Оксигену.
- 7.1.71.** Водний розчин натрій нітрату масою 34 г містить утричі більше атомів Оксигену, ніж вода масою 9,9 г. Визначте масову частку натрій нітрату в цьому розчині.

### Розділ 7

### Група 2

#### I РІВЕНЬ

- 7.2.1.** Визначте масову частку кислоти в розчині (%), одержаному при розчиненні 40 г сульфур триоксиду в 300 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,14$  г/мл) з масовою часткою кислоти 0,2.
- 7.2.2.** Розрахуйте масову частку (%) сульфитної кислоти в розчині, одержаному при пропусканні 0,56 л (н.у.) сірчистого газу крізь 400 г розчину сульфитної кислоти з масовою часткою речовини 0,5%.
- 7.2.3.** В якому об'ємі води потрібно розчинити 31 г натрій оксиду, щоб отримати розчин з масовою часткою лугу 25%?
- 7.2.4.** Визначте масову частку речовини в розчині, одержаному при розчиненні 8,000 г калій гідриду в розчині калій гідроксиду об'ємом 120,0 мл ( $\rho = 1,08$  г/мл) з масовою часткою лугу 10,00%.

- 7.2.5.** В якій масі води потрібно розчинити 4,60 г натрію, щоб добути розчин з масовою часткою розчиненої речовини 8%?
- 7.2.6.** Розрахуйте об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,14$  г/мл) з масовою часткою кислоти 0,2, що витратиться на повну нейтралізацію 200 мл розчину натрій гідроксиду з густиною 1,043 г/мл і масовою часткою лугу 4%?
- 7.2.7.** На реакцію з 25 г кальцій карбонату витратили 200 г хлоридної кислоти. Визначте: а) масову частку хлороводню (%) у вихідному розчині; б) масову частку солі (%) в утвореному розчині.
- 7.2.8.** Визначте масові частки речовин (%), що будуть міститись у розчині після відділення осаду, утвореного в результаті змішування 400 мл розчину натрій карбонату ( $\rho = 1,07$  г/мл) з масовою часткою солі 0,02 та 200 г розчину кальцій хлориду з масовою часткою солі 5%.
- 7.2.9.** Визначте масову частку речовини (%) в розчині, приготовленому розчиненням 15 г натрій оксиду в 80 мл води.
- 7.2.10.** Крізь розчин сульфатної кислоти масою 400 г з масовою часткою кислоти 0,2% пропустили 0,05 дм<sup>3</sup> сульфур діоксиду. Визначте масову частку речовини (%) в одержаному розчині.
- 7.2.11.** Визначте об'єм води, в якому потрібно розчинити 1,42 г фосфор (V) оксиду, щоб добути розчин з масовою часткою кислоти 0,05.
- 7.2.12.** Натрій масою 2,300 г помістили у воду об'ємом 80,00 мл. Визначте масову частку речовини (%) в одержаному розчині.
- 7.2.13.** У 300,0 г розчину барій гідроксиду з масовою часткою розчиненої речовини 10,00% помістили 36,00 г барію. Визначте масову частку лугу (%) в одержаному розчині.
- 7.2.14.** Літій гідрид масою 32 г помістили у воду об'ємом 350 мл. Визначте масову частку речовини (%) в одержаному розчині.
- 7.2.15.** Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,2 та густиною 1,14 г/мл витратиться на нейтралізацію 400 г розчину барій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,1?
- 7.2.16.** Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,2 ( $\rho = 1,05$  г/мл) витратиться на нейтралізацію 200 см<sup>3</sup> розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 2% ( $\rho = 1,02$  г/мл)?
- 7.2.17.** Який об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 0,15 ( $\rho = 1,08$  г/мл) потрібно взяти для нейтралізації 400 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,2 ( $\rho = 1,22$  г/мл)?
- 7.2.18.** Який об'єм розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,25$  г/мл,  $W = 40\%$ ) витратиться на реакцію з 45 г натрій карбонату?
- 7.2.19.** На повне розчинення алюміній гідроксиду масою 27 г витратили 250 г хлоридної кислоти. Визначте масову частку хлороводню (%) в хлоридній кислоті.

- 7.2.20.** Який об'єм хлоридної кислоти ( $\rho = 1,19$  г/см<sup>3</sup>) з масовою часткою хлороводню 0,38 витратиться на взаємодію з 10 г доломіту, що містить 5% некарбонатних домішок?
- 7.2.21.** Визначте масові частки речовин (%), що міститимуться в розчині після відділення осадів, утворених у результаті змішування розчинів:  
а) 150 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 15% та 200 г розчину аргентум нітрату з масовою часткою солі 5%;  
б) 600 г розчину барій хлориду з масовою часткою солі 30% та 600 мл розчину натрій карбонату з масовою часткою речовини 0,4 ( $\rho = 1,1$  г/мл).
- 7.2.22.** Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) потрібно пропустити крізь 300 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,008$  г/см<sup>3</sup>) з масовою часткою лугу 2%, щоб одержати кислу сіль?
- 7.2.23.** До 100 мл розчину кальцій хлориду з масовою часткою солі 11% ( $\rho = 1,05$  г/см<sup>3</sup>) прилили 50 мл розчину калій карбонату з масовою часткою речовини 0,4 ( $\rho = 1,1$  г/см<sup>3</sup>). Визначте масові частки речовин (%) в одержаному розчині.
- 7.2.24.** До 600 мл 2 М хлоридної кислоти добавили 400 мл 0,5 М розчину аргентум нітрату. Визначте масу осаду, що при цьому утворився.

## II РІВЕНЬ

- 7.2.25.** Розрахуйте масу барію, яку потрібно розчинити в 300 г розчину барій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,15, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини 20%.
- 7.2.26.** Визначте масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,1, в якому потрібно розчинити 141 г калій оксиду, щоб одержати розчин лугу з масовою часткою речовини 0,25.
- 7.2.27.** В якій масі розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20% необхідно розчинити 28,4 г фосфор (V) оксиду, щоб одержати розчин з масовою часткою речовини 35%?
- 7.2.28.** В якій масі розчину сульфатної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 1% потрібно розчинити 3,36 л (н.у.) сульфур діоксиду, щоб одержати розчин з масовою часткою кислоти 2%?
- 7.2.29.** До свіжоприготовленого розчину алюміній хлориду масою 81,88 г з масовою часткою солі 25% добавили 17,94 г калію. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 7.2.30.** Визначте масу розчину калій гідрогенсульфіту з масовою часткою речовини 10%, яку потрібно додати до 300 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,116$  г/мл) з масовою часткою кислоти 20%, щоб зменшити масову частку кислоти у 2 рази.
- 7.2.31.** Визначте масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 45%, в якій потрібно розчинити 350 г сульфур триоксиду, щоб утворився розчин з масовою часткою кислоти 98%.

### III РІВЕНЬ

- 7.2.32. Яку масу калій оксиду потрібно розчинити у 350 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 10%, щоб збільшити масову частку розчиненої речовини у 2 рази?
- 7.2.33. Визначте маси сульфур триоксиду та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 0,5, які потрібно використати для приготування 300 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,8.
- 7.2.34. Визначте, яку масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 40% потрібно використати для нейтралізації 80 мл 1 М розчину калій гідроксиду.
- 7.2.35. Який об'єм 2,2 М розчину натрій гідроксиду витратиться на повне осадження йонів  $\text{Fe}^{3+}$  з розчину ферум (III) хлориду масою 200 г з масовою часткою солі 0,4?
- 7.2.36. Хлороводень, який виділили з 16 г технічної кухонної солі, пропустили крізь 200 мл розчину аргентум нітрату ( $\rho = 1,16 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою солі 15,0%. Визначте масу солі, що випаде в осад за умови, що речовини прореагують повністю. Яка масова частка (%) натрій хлориду в препараті кухонної солі?
- 7.2.37. Визначте масову частку купрум (II) сульфату в розчині, якщо відомо, що при пропусканні сірководню крізь 100 мл цього розчину ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ) одержали 6 г осаду. Визначте об'єм (н.у.) використаного газу.
- 7.2.38. Розчин калій гідроксиду об'ємом 6 л з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$ ) нагрівали до тих пір, поки маса розчину не стала 2500 г. Визначте масову частку (%) лугу в одержаному розчині.
- 7.2.39. Нітроген діоксид об'ємом 2,016 л (н.у.) пропустили крізь 401,85 г розчину барій гідроксиду з масовою часткою лугу 4,00%. Визначте масові частки речовин (%) в одержаному розчині.
- 7.2.40. Сульфур діоксид, який одержали при повному окисненні купрум (II) сульфідом масою 12,86 г, пропустили крізь розчин калій гідроксиду масою 30 г з масовою часткою лугу 25%. Визначте масову частку (%) солі в одержаному розчині.
- 7.2.41. Який об'єм 0,3 М розчину натрій гідроксиду витратиться на нейтралізацію 200 мл 0,5 М розчину хлороводню?
- 7.2.42. До 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10,0% добавили калій оксид масою 4,7 г. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 7.2.43. Яку масу води потрібно випарувати з 1,5 т розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%, щоб одержати розчин з масовою часткою лугу 50%?
- 7.2.44. Яку кількість речовини води потрібно використати для розчинення 450 г алюмокалієвого галуна, щоб одержати розчин з масовою часткою алюміній сульфату 25%?
- 7.2.45. Газ, що утворився при каталітичному окисненні 33,6 л амоніаку (н.у.), окиснили киснем. Продукт окиснення розчинили у присутності кисню у 200 мл води. Розрахуйте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 7.2.46. До 300 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% долили розчин сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 5%. Після взаємодії масова частка лугу в розчині зменшилась у 10 разів. Визначте масу розчину кислоти, яку добавили до розчину лугу.
- 7.2.47. На повну нейтралізацію 200 мл розчину, що містить калій гідроксид та барій гідроксид, з концентрацією речовин 2 моль/л, витратили 88,91 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,181 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 30%. Визначте: а) молярну концентрацію кожного лугу; б) масу твердого залишку, що утвориться після нагрівання такого ж за складом і масою розчину лугів та наступного прожарювання твердого залишку.
- 7.2.48. Розчин калій гідрогенкарбонату масою 200 г з масовою часткою солі 10% прокип'ятили. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині. Втратою води знехтувати.
- 7.2.49. Калій оксид масою 15,04 г помістили в 313,6 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 5%. Який об'єм води потрібно додати до одержаного розчину, щоб масова частка солі в ньому дорівнювала 9%?
- 7.2.50. До 120 г розчину амоній нітрату з масовою часткою речовини 20% добавили 90 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 40%. Воду випарували, а твердий залишок прожарили. Визначте масові частки речовин в одержаному залишку (%).
- 7.2.51. При частковому розкладі розчину гідроген пероксиду масою 100 г з масовою часткою речовини 3,4% утворилось 0,56 л кисню, виміряного при температурі 27°C і тиску 780 мм рт. ст. Визначте ступінь розкладання (%) гідроген пероксиду.
- 7.2.52. В якому об'ємному відношенні потрібно змішати розчин калій карбонату з масовою часткою солі 20% ( $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ ) та хлоридну кислоту ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою хлороводню 0,2, щоб речовини повністю прореагували?
- 7.2.53. Суміш калій гідрогенкарбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 66,8 г розчинили у 300 мл води. Для нейтралізації одержаного розчину витратили 350 мл 2 М розчину нітратної кислоти. Визначте масову частку (%) калій гідрогенкарбонату у вихідній суміші (%).
- 7.2.54. У 150  $\text{см}^3$  розчину міститься 23,25 г суміші хлоридної та сульфатної кислот. Для повної нейтралізації цього розчину потрібно використати

119,4 мл розчину калій гідроксиду з густиною  $1,173 \text{ г/см}^3$  та масовою часткою лугу 0,2. Визначте молярну концентрацію кожної кислоти у вихідному розчині.

- 7.2.55.** При змішуванні 400 мл розчину ферум (III) хлориду та 400 мл розчину барій гідроксиду одержали осад, який відфільтрували, прожарили та зважили. Його маса склала 25 г. До фільтрату долили надлишок розчину сульфатної кислоти. Випало 120 г осаду. Визначте молярні концентрації речовин у вихідних розчинах.
- 7.2.56.** До 300 мл 2 М свіжоприготовленого розчину алюміній хлориду добавили 644,5 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,173 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою лугу 20%. Одержаний осад відфільтрували і прожарили. Визначте масу залишку, що утворився.
- 7.2.57.** Визначте масу кальцій карбонату, яку потрібно додати до 400 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 15%, щоб зменшити масову частку хлороводню у 3 рази.
- 7.2.58.** На ферум (II) сульфід масою 20 г подіяли 40 мл хлоридної кислоти ( $\rho = 1,078 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою хлороводню 0,16. Газ, що виділився, пропустили крізь 400 мл 0,08 М розчину калій гідроксиду. Визначте масу солі, яка утворилась.
- 7.2.59.** Визначте масову частку солі в розчині, одержаному нейтралізацією розчину натрій карбонату з масовою часткою солі 10% хлоридною кислотою з масовою часткою хлороводню 15%.
- 7.2.60.** Визначте масову частку солі (%) в розчині, одержаному при зливанні розчину кальцій хлориду з масовою часткою солі 0,25 та розчину калій карбонату з масовою часткою речовини 0,3, якщо відомо, що солі прореагували повністю.
- 7.2.61.** До 120 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 15% додали розчин сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 10%. Після закінчення реакції масова частка лугу зменшилась у 3 рази. Визначте: а) масу розчину кислоти, яку добавили до розчину лугу; б) масову частку (%) солі в утвореному розчині.
- 7.2.62.** Розчин натрій гідроксиду масою 600 г з масовою часткою лугу 5% нейтралізували хлоридною кислотою з масовою часткою хлороводню 8%. Яку масу води потрібно випарувати з одержаного розчину натрій хлориду, щоб одержати розчин з масовою часткою солі 20%?
- 7.2.63.** На нейтралізацію вихідного розчину, що містить сульфатну кислоту і хлороводень, масою 15 г витратили розчин калій гідроксиду об'ємом 26,2 мл з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,176 \text{ г/мл}$ ). Відомо, що якщо до вихідного розчину масою 15 г додати надлишок аргентум нітрату, то випаде осад аргентум хлориду масою 4,305 г. Визначте масові частки розчинених речовин у вихідному розчині (%).

- 7.2.64.** Калій оксид масою 1,92 г помістили в розчин ортофосфатної кислоти масою 100 г з масовою часткою кислоти 2%. Який об'єм води потрібно випарувати з одержаного розчину, щоб отримати розчин з масовою часткою одержаної солі 5%.

## Розділ 7

## Група 3

### І РІВЕНЬ

- 7.3.1.** До 200 г олеуму з масовою часткою вільного сульфур триоксиду 20% добавили 4,5 г води. Визначте масову частку речовини (%) в одержаному розчині.
- 7.3.2.** Воду об'ємом 36 мл прилили до олеуму масою 300 г з масовою часткою сульфур триоксиду 0,2. Визначте склад одержаного розчину та масову частку речовини в ньому (%).
- 7.3.3.** Сірчаний ангідрид, одержаний при окисненні 26 л сульфур діоксиду (н.у.), розчинили в олеумі масою 15 г з масовою часткою  $\text{SO}_3$  18%. Визначте масову частку (%)  $\text{SO}_3$  в одержаному розчині.
- 7.3.4.** До 600 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  22% долили 200 г розчину сульфатної кислоти ( $W = 10\%$ ). Визначте склад одержаного розчину та масову частку речовини в ньому (%).
- 7.3.5.** До 40 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,17 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою речовини 24% добавили 120 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 60%. Визначте склад одержаного розчину і масову частку речовини в ньому (%).
- 7.3.6.** Олеум масою 180 г з масовою часткою сульфур триоксиду 26% добавили до 220 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  40%. Визначте масову частку сульфур триоксиду в одержаному олеумі (%).
- 7.3.7.** До 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 90% добавили 200 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,18. Визначте склад одержаного розчину та масову частку речовини в ньому (%).
- 7.3.8.** До розчину сульфатної кислоти, який одержали при розчиненні 0,75 моль сульфур триоксиду в 40 мл води, добавили 800 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 65%. Визначте масову частку (%)  $\text{SO}_3$  в одержаному олеумі.
- 7.3.9.** Яку масу олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 40% потрібно додати до 200 г олеуму, що містить 0,5 моль сульфур триоксиду, щоб одержати олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  25%?
- 7.3.10.** До 520 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  60% добавили 120 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,815 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 90%. Визначте масову частку (%) сульфур триоксиду в одержаному олеумі.

- 7.3.11.** Який об'єм води потрібно додати до олеуму, що містить 1,5 моль  $\text{SO}_3$ , щоб одержати безводну сульфатну кислоту?
- 7.3.12.** Воду об'ємом 9 мл прилили у склянку, в якій містилось 200 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,2. Яка речовина буде міститись у склянці після закінчення реакції?
- 7.3.13.** На нейтралізацію 400 г олеуму витратили 988 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,382 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 38%. Визначте масову частку  $\text{SO}_3$  в олеумі (%).
- 7.3.14.** Яка маса розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 25% витратиться на повну нейтралізацію 150 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20%?
- 7.3.15.** Який об'єм води потрібно долити до олеуму масою 200 г з масовою часткою сульфур триоксиду 20%, щоб одержати розчин сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 20%?
- 7.3.16.** Визначте масу сульфур триоксиду, яку потрібно розчинити у 300 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,22, щоб збільшити масову частку сульфур триоксиду вдвічі?

### II РІВЕНЬ

- 7.3.17.** Який об'єм води потрібно додати до 200 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20%, щоб зменшити масову частку  $\text{SO}_3$  в 4 рази?
- 7.3.18.** При розчиненні 2,5 моль сульфур триоксиду у 280 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,837 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 98% одержали олеум. Який об'єм води потрібно додати до нього, щоб одержати безводну сульфатну кислоту?
- 7.3.19.** Визначте масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,1, в якій потрібно розчинити 200 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20%, щоб одержати розчин сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20%?
- 7.3.20.** Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,1 ( $\rho = 1,066 \text{ г/см}^3$ ) потрібно додати до 200 г олеуму, маса сульфур триоксиду в якому становить  $1/5$  маси олеуму, щоб одержати олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 5%?
- 7.3.21.** Масова частка Сульфур у олеумі становить 34,0%. Визначте масову частку (%)  $\text{SO}_3$  в цьому олеумі.
- 7.3.22.** Розрахуйте, які маси олеуму з масовими частками сульфур триоксиду 30% та 55% потрібно змішати, щоб приготувати 400 кг олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 40%.
- 7.3.23.** До олеуму масою 4,5 кг з масовою часткою  $\text{SO}_3$  25,0% прилили 0,8 л води. Визначте масу речовини (г) в одержаному розчині та її масову частку (%).

- 7.3.24.** До олеуму об'ємом 300 мл з масовою часткою сульфур триоксиду 20% ( $\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$ ) прилили 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 0,1. Визначте склад одержаного розчину та масову частку речовини в ньому (%).
- 7.3.25.** Сульфур діоксид, одержаний при окисненні 9,6 г купрум (II) сульфіді, окиснили до сульфур триоксиду, який потім розчинили у 120 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 80%. Визначте, які речовини міститимуться в одержаному розчині і їхні кількості речовин.
- 7.3.26.** Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 0,25 витратиться на взаємодію з 50 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20%?
- 7.3.27.** Визначте масу розчину барій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,2, яка витратиться на нейтралізацію олеуму, одержаного у процесі розчинення 120 г сульфур триоксиду у 20 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 80%.

### III РІВЕНЬ

- 7.3.28.** Визначте масу олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  20%, яку необхідно додати до 600 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 80%, щоб одержати олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 0,1.
- 7.3.29.** Визначте масу сульфур триоксиду, яку потрібно додати до 600 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 80%, щоб одержати олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  10%.
- 7.3.30.** Визначте, яку масу олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 55% потрібно додати до 306,8 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,304 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 40%, щоб збільшити масову частку кислоти в 1,5 рази.
- 7.3.31.** Відомо, що загальний вміст Сульфур у олеумі становить 36,0%. Визначте: а) масові частки речовин в олеумі (%); б) масу розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30%, яка витратиться на нейтралізацію 400 г вихідного олеуму.
- 7.3.32.** До 20 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 40% добавили  $\text{SO}_3$ , одержаний при окисненні сульфур діоксиду, який у свою чергу добули при окисненні 30 г піриту. Яка речовина міститься в одержаному розчині? Визначте її масову частку (%).
- 7.3.33.** Яку масу олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 0,4 потрібно додати до води об'ємом 10 мл, щоб одержати олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  20%?
- 7.3.34.** Визначте масу сульфур триоксиду, яку потрібно розчинити у 100 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 95,5%, щоб одержати олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  20%.

- 7.3.35.** Який об'єм води потрібно використати для перетворення 80 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 0,2 у розчин сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 0,9?
- 7.3.36.** Які маси моногідрату і розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 60% можна одержати з 2 кг олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,22?
- 7.3.37.** Склянку, в якій міститься олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 20%, залишили відкритою на певний час. За цей час маса олеуму збільшилась з 400 г до 480 г. Визначте масову частку речовини (%) в одержаному розчині.
- 7.3.38.** Які об'єми розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,96 ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ) та олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 60% ( $\rho = 2,03 \text{ г/см}^3$ ) потрібно змішати, щоб приготувати 5 л олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20% ( $\rho = 1,895 \text{ г/см}^3$ ). Розв'яжіть задачу двома способами.
- 7.3.39.** Яку масу сульфур триоксиду потрібно розчинити в 1,00 тонні олеуму для того, щоб масова частка  $\text{SO}_3$  в олеумі збільшилась з 19,5% до 20,5%?
- 7.3.40.** Яку масу олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 10% потрібно використати для того, щоб з 1 л розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,224 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою речовини 30% одержати розчин, в якому масова частка кислоти зросте на 2%?
- 7.3.41.** Визначте масу сульфур триоксиду (в кг) та об'єм розчину сульфатної кислоти (в  $\text{м}^3$ ) ( $\rho = 1,841 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 98%, які потрібно використати для добування 2,5 т олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20%.
- 7.3.42.** Провівши хімічний аналіз олеуму, встановили, що загальний вміст сульфур триоксиду, як вільного, так і зв'язаного, становить 90,0%. Визначте масову частку (%) сульфур триоксиду (%) в олеумі.
- 7.3.43.** В якому об'ємі води потрібно розчинити  $6,02 \cdot 10^{24}$  молекул  $\text{SO}_3$ , щоб одержати олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,18?
- 7.3.44.** пляшку, в якій містилось 800 г олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 20,0%, залишили відкритою на певний час, за який маса олеуму збільшилась на 2,5%. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 7.3.45.** Яку масу  $\text{SO}_3$  потрібно додати до 400 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 60%, щоб одержати олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 15%?
- 7.3.46.** Визначте масу піриту, що містить 5% домішок, яку потрібно використати для добування олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду

10% шляхом розчинення одержаного  $\text{SO}_3$  в 150 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 87%.

- 7.3.47.** Яку масу моногідрату можна одержати з 24 кг олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 4,5%? Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 98% ( $\rho = 1,841 \text{ г/см}^3$ ) можна одержати з олеуму цієї ж маси?
- 7.3.48.** Визначте загальний вміст  $\text{SO}_3$  в олеумі (%), одержаному при розчиненні 120 г сульфур триоксиду у 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 90,0%. Яку масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 60% можна одержати з добутого олеуму?
- 7.3.49.** Яку масу сульфур триоксиду розчинили у 300 г розчину сульфатної кислоти із вмістом речовини 2,5 моль, якщо одержали олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  8%?
- 7.3.50.** Яку кількість речовини сульфур триоксиду потрібно додати до розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 76%, щоб одержати 340 г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  12%?
- 7.3.51.** Яку масу 5% олеуму потрібно додати до 400 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,74 \text{ г/мл}$ ) з масовою часткою речовини 30%, щоб збільшити масову частку кислоти на 4,5%?

## Розділ 7

## Група 4

### І РІВЕНЬ

- 7.4.1.** У 300 г насиченого при 60°C розчину міститься 157 г калійної селітри. Визначте розчинність калійної селітри у грамах на 100 г води при даній температурі.
- 7.4.2.** Масова частка купрум (II) хлориду в насиченому розчині цієї солі при температурі 20°C становить 42,7%. Визначте розчинність солі у грамах на 100 г води при даній температурі.
- 7.4.3.** Визначте розчинність безводної солі у грамах на 100 г води при 20°C, якщо в 600 г насиченого при 20°C розчину міститься 253 г купрум (II) хлориду. Які маси кристалогідрату  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  та води потрібно використати для приготування 2 л насиченого при 20°C розчину ( $\rho = 1,46 \text{ г/см}^3$ )?
- 7.4.4.** З 64,3 г насиченого при 15°C водного розчину барій хлориду шляхом випарювання одержали 20,545 г барій хлорид дигідрату. Визначте розчинність барій хлориду у грамах на 100 г води при даній температурі.
- 7.4.5.** Розчинність бертолетової солі при температурі 50°C становить 20 г на 100 г води. Визначте масову частку бертолетової солі в насиченому розчині при цій температурі.

**7.4.6.** До 300 г насиченого при 15°C водного розчину барій хлориду додали 120 мл води. Розчинність солі при 15°C становить 37,3 г на 100 г води. Визначте масову частку (%) солі в одержаному розчині.

**7.4.7.** Яка маса солі викристалізується при охолодженні до 40°C насиченого при 80°C розчину цієї ж солі масою 200 г? Розчинність солі при температурах 40°C та 80°C становить відповідно 38,5 г та 46 г на 100 г води.

**7.4.8.** Випарюванням насиченого при 10°C водного розчину натрій хлориду масою 200 г одержали 53 г солі. Визначте розчинність солі у грамах на 100 г води при даній температурі.

**7.4.9.** Розчинність натрій нітрату при 10°C дорівнює 80,5 г на 100 г води. Визначте масу солі, яку можна розчинити у 250 г води при даній температурі.

**7.4.10.** Визначте масу магній сульфату, яку можна добути при випаровуванні 170 г насиченого при 85°C розчину. Розчинність солі при даній температурі становить 65 г на 100 г води.

**7.4.11.** Після випаровування всієї води з 291 г насиченого при 60°C розчину калій хлориду одержали 91 г твердого залишку. Визначте розчинність солі при цій температурі у грамах на 100 г води.

**7.4.12.** У 25 г насиченого при 40°C розчину міститься 3,2 г калій сульфату. Визначте масову частку (%) солі в розчині та її розчинність при даній температурі у грамах на 100 г води.

**7.4.13.** Розчинність натрій сульфату у грамах на 100 г води при різних температурах наведена в таблиці.

t °C	30	40	50	60	70	80	100
Розчинність	50,4	48,8	46,7	45,3	44,1	43,7	42,5

а) побудуйте криву розчинності; б) встановіть за цією кривою розчинність натрій сульфату у грамах на 100 г води при температурі 55°C; в) яка маса натрій сульфату буде міститися в 1500 г насиченого розчину при 90°C; г) яку масу натрій сульфату можна розчинити у 2 кг води при температурі 80°C; д) розрахуйте масову частку натрій сульфату (%) в розчині, одержаному при доливанні 40 мл води до 300 г насиченого при 30°C розчину солі.

**7.4.14.** Визначте розчинність калій броміду у воді при 20°C, якщо в 50 мл води при цій температурі розчиняється 28 г солі. Визначте маси калій броміду та води, які потрібно використати для приготування 1,7 л насиченого при 20°C розчину ( $\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$ ).

**7.4.15.** До 600 г насиченого при температурі 30°C розчину натрій нітрату додали 200 мл води. Яка масова частка солі (%) в одержаному розчині? Розчинність солі при даній температурі 96,1 г на 100 г води.

**7.4.16.** До 200 г насиченого при температурі 85°C розчину магній сульфату додали 150 г розчину цієї ж солі з масовою часткою речовини 10%. Визначте масову частку (%) речовини в розчині. Розчинність солі при даній температурі становить 65 г на 100 г води.

## II РІВЕНЬ

**7.4.17.** Визначте масу кристалогідрату літій хлорид моногідрату, яка викристалізується при охолодженні 143,3 г насиченого при 80°C розчину до температури 10°C. Розчинність літій хлориду при температурах 80°C і 10°C становить відповідно 115 г і 72 г на 100 г води.

**7.4.18.** У 1000 мл розчину за температури 25 °C міститься  $3,4 \cdot 10^{-6}$  г аргентум йодиду. Визначте, скільки атомів Аргентуму міститься в 1 мл даного розчину.

**7.4.19.** Визначте розчинність купрум (II) хлориду у грамах на 100 г води при 20°C, якщо відомо, що 600 г насиченого при 20°C розчину солі містить 253,3 г купрум (II) хлориду. Яку масу кристалогідрату купрум (II) хлориду дигідрату потрібно використати для приготування 1 л насиченого при цій температурі розчину ( $\rho = 1,46 \text{ г/см}^3$ )?

**7.4.20.** Визначте масу калій нітрату, що викристалізується з 600 г насиченого при 60°C розчину, якщо його охолодити до 20°C. Розчинність калій нітрату при 60°C становить 124,8 г на 100 г води, а при 20°C — 88 г на 100 г води.

**7.4.21.** Визначте розчинність безводного магній хлориду у грамах на 100 г води при 20°C, якщо в 4020 г насиченого при цій температурі розчину міститься 1417 г безводної солі. Розрахуйте масу кристалогідрату магній хлорид гексагідрату та об'єм води, які потрібно використати для приготування 2 л насиченого при 20°C розчину ( $\rho = 1,31 \text{ г/см}^3$ ).

**7.4.22.** Визначте масу натрій сульфату, що викристалізується при охолодженні до 30°C насиченого при 70°C розчину солі масою 800 г. Розчинність натрій сульфату при 30°C становить 30,4 г на 100 г води, а при 70°C — 44,1 г на 100 г води.

**7.4.23.** Розчинність калій броміду при 20°C та 80°C становить відповідно 65 г та 95 г на 100 г води. Визначте масу розчину, насиченого при 80°C, з якого при охолодженні викристалізується 300 г калій броміду. Знайдіть масу солі та об'єм води, які потрібні для приготування такого розчину.

**7.4.24.** Розчинність натрій хлориду при 80°C становить 38 г на 100 г води, а при 0°C — 35,8 г на 100 г води. Яка маса солі викристалізується, якщо з 150 г насиченого при 80°C розчину натрій хлориду випарувати 15 г води і розчин охолодити до 0°C ?



- 7.4.25. Розчинність алюміній нітрату при 30°C — 81 г на 100 г води. Яку масу кристалогідрату алюміній нітрат наонагідрату потрібно розчинити при 30°C в 1800 г води, щоб одержати насичений розчин?
- 7.4.26. Насичений при 20°C розчин калій карбонату об'ємом 1,5 л містить 1245 г води та 1110 г солі. Визначте: а) густину цього розчину; б) розчинність солі у грамах на 100 г води при 20°C.
- 7.4.27. Визначте, який об'єм амоніаку можна одержати за нормальних умов з амоній хлориду, який викристалізується при охолодженні 800 г насиченого при 80°C розчину до температури 20°C. Розчинність солі при 80°C становить 65,5 г на 100 г води, а при 20°C — 37,2 г на 100 г води.

### III РІВЕНЬ

- 7.4.28. Визначте масу кристалогідрату барій нітрат моногідрату, який викристалізується при охолодженні до 20°C 900 г насиченого при 100°C розчину. Розчинність безводної солі при 100°C — 300 г на 100 г води, а при 20°C — 67,5 г на 100 г води.
- 7.4.29. Визначте масу насиченого при 70°C розчину магній сульфату, з якого при охолодженні до 20°C викристалізується 200 г магній сульфат дигідрату. Розчинність солі при 70°C становить 59 г на 100 г води, а при 20°C — 44,5 г на 100 г води.
- 7.4.30. З 3 кг насиченого при 100°C розчину купрум (II) хлориду випарували 100 г води і розчин охолодили до 20°C. Визначте масу кристалогідрату купрум (II) хлорид дигідрату, яка викристалізується. Розчинність безводної солі при 100°C становить 89 г на 100 г води, а при 20°C — 36,2 г на 100 г води.
- 7.4.31. Визначте масу аргентум нітрату та об'єм води, які необхідно використати для приготування насиченого при 60°C розчину, з якого при охолодженні до 20°C викристалізується 750 г солі. Розчинність аргентум нітрату при 20°C становить 222 г на 100 г води, а при 60°C — 522 г на 100 г води.
- 7.4.32. При охолодженні насиченого при 70°C розчину купрум (II) сульфату до 0°C утворилось 900 г купрум (II) сульфат пентагідрату. Визначте масу використаного розчину солі, якщо відомо, що при 70°C у 100 г води розчиняється 31,4 г безводної солі, а при 0°C — 12,9 г.
- 7.4.33. Розчинність безводного ферум (II) сульфату при 30°C становить 33 г на 100 г води. Приготували 400 г насиченого при цій температурі розчину, а потім з нього випарували 140 г води. Визначте: 1) масу кристалогідрату ферум (II) сульфат гептагідрату, яка викристалізується при 30°C; 2) масову частку солі (%), що залишилась в розчині;

3) масову частку солі (%) в розчині, приготовленому розчиненням половини одержаного кристалогідрату в 300 мл води.

- 7.4.34. Яку масу води потрібно випарувати з насиченого при 30°C розчину магній хлориду масою 624 г (розчинність солі при цій температурі становить 56 г на 100 г води), щоб при цій же температурі викристалізувалось 101,5 г магній хлорид гексагідрату?
- 7.4.35. З насиченого при 70°C розчину натрій сульфату масою 720,5 г при випаровуванні води одержали 500 г натрій сульфату декагідрату. Яка розчинність солі у грамах на 100 г води при 70°C?
- 7.4.36. Визначте маси води та деякої солі, які потрібно взяти для приготування насиченого при 50°C розчину, при охолодженні якого до 10°C виділиться 40 г солі. Розчинність солі при 50°C становить 150 г на 100 г води, а при 10°C — 70 г на 100 г води.
- 7.4.37. Визначте масу амоній хлориду, що виділиться з насиченого при 100°C розчину при охолодженні до 0°C, якщо у розчині є 300 мл води. Розчинність солі при температурі 100°C становить 77 г на 100 г води, а при 0°C — 37 г на 100 г води.
- 7.4.38. 120 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,24 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою кислоти 0,38 нейтралізували розчином калій гідроксиду з масовою часткою лугу 34%. Яка маса солі випаде в осад при охолодженні одержаного розчину до 0°C, якщо в насиченому розчині при цій температурі масова частка солі становить 0,12?
- 7.4.39. У насиченому при 20°C розчині магній сульфату масою 200 г при нагріванні розчинили ще 10 г солі, а потім розчин охолодили до вихідної температури. Визначте масу кристалогідрату магній сульфат дигідрату, що випаде в осад. Відомо, що масова частка солі у вихідному розчині становила 0,25.
- 7.4.40. Крізь розчин натрій гідроксиду масою 644,6 г, що містить 48,4 г лугу, пропускали вуглекислий газ, поки не припинилась реакція. Визначте масу утвореного осаду, якщо розчинність продукту реакції в умовах досліду дорівнює 6,9 г на 100 г води.

## Розділ 7

## Група 5

### I РІВЕНЬ

- 7.5.1. Визначте молярну концентрацію сульфатної кислоти в її розчині з масовою часткою речовини 20% ( $\rho = 1,139 \text{ г/см}^3$ ).
- 7.5.2. Визначте масову частку нітратної кислоти (%) в розчині кислоти з молярною концентрацією 2,5 моль/л ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ).

- 7.5.3.** Визначте молярну концентрацію ортофосфатної кислоти в її розчині з масовою часткою речовини 0,2 ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ).
- 7.5.4.** Визначте масову частку нітратної кислоти в її розчині з молярною концентрацією 10 моль/л ( $\rho = 1,35 \text{ г/см}^3$ ).
- 7.5.5.** Масова частка сульфатної кислоти в розчині з молярною концентрацією 4 моль/л становить 32%. Яка густина цього розчину?
- 7.5.6.** Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20% ( $\rho = 1,098 \text{ г/см}^3$ ) необхідно використати для приготування 2 л розчину кислоти з молярною концентрацією 2 моль/л?
- 7.5.7.** У насиченому при 20°C розчині купрум (II) сульфату масова частка безводної солі становить 17,2%. Визначте розчинність безводної солі у грамах на 100 г води і мінімальну масу води, в якій можна розчинити 50 г мідного купоросу при цій же температурі.
- 7.5.8.** Приготували 400 г насиченого при 20°C розчину калій броміду. Розчинність солі при даній температурі становить 65 г на 100 г води. Визначте масову частку (%) солі в розчині.
- 7.5.9.** Визначте масову частку (%) натрій гідроксиду в розчині лугу з густиною 1,08 г/см<sup>3</sup> та молярною концентрацією еквівалентів 2 моль/л.

## II РІВЕНЬ

- 7.5.10.** На нейтралізацію 500 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$ ) витратили 346,6 мл 2 М розчину сульфатної кислоти. Визначте масову частку (%) лугу у вихідному розчині.
- 7.5.11.** Який об'єм розчину натрій карбонату з молярною концентрацією еквівалентів 0,3 моль/л потрібно додати до 300 мл 0,2 М розчину барій нітрату, щоб повністю осадити йони барію у вигляді барій карбонату?
- 7.5.12.** Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 10% та густиною 1,066 г/см<sup>3</sup> витратиться на приготування 0,36 М розчину сульфатної кислоти об'ємом 50 мл?
- 7.5.13.** Який об'єм 2 М розчину хлороводню потрібно використати для приготування розчину об'ємом 300 мл з масовою часткою хлороводню 0,06 та густиною 1,028 г/см<sup>3</sup>?
- 7.5.14.** Який об'єм 3 М розчину натрій хлориду з густиною 1,12 г/см<sup>3</sup> потрібно прилити до води об'ємом 400 мл, щоб одержати розчин з масовою часткою натрій хлориду 15%?
- 7.5.15.** До розчину нітратної кислоти об'ємом 300 мл і молярною концентрацією 3,02 моль/л ( $\rho = 1,091 \text{ г/см}^3$ ) добавили 150 мл води. Визначте масову частку кислоти (%) в одержаному розчині.
- 7.5.16.** Визначте, який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,1 ( $\rho = 1,066 \text{ г/см}^3$ ) потрібно використати для приготування 0,02 м<sup>3</sup> розчину з молярною концентрацією 0,2 моль/л.

- 7.5.17.** Який об'єм 0,4 М розчину сульфатної кислоти можна приготувати з 40 мл розчину кислоти з масовою часткою 0,8 ( $\rho = 1,728 \text{ г/см}^3$ )?
- 7.5.18.** Який об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 0,4 та густиною 1,247 г/см<sup>3</sup> необхідно використати для приготування 1,2 л розчину кислоти з молярною концентрацією 3 моль/л?
- 7.5.19.** При 24°C в насиченому розчині купрум (II) сульфату масова частка солі становить 18%. Густина розчину складає 1,2 г/см<sup>3</sup>. Визначте молярну концентрацію солі в розчині.
- 7.5.20.** Густина розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 26% становить 1,24 г/см<sup>3</sup>. Визначте молярну концентрацію лугу в розчині.
- 7.5.21.** Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 8% та густиною 1,055 г/см<sup>3</sup> потрібно взяти для приготування 0,5 л розчину з молярною концентрацією кислоти 0,1 моль/л?

## III РІВЕНЬ

- 7.5.22.** Визначте масову частку калій гідроксиду, що буде міститись у розчині, одержаному розчиненням 30 г калій оксиду в 300 мл 7 М розчину калій гідроксиду з густиною 1,328 г/мл.
- 7.5.23.** Розчинність безводного ферум (III) нітрату при 20°C становить 82 г на 100 г води. Визначте масу ферум (III) нітрат наонагідрату, яку потрібно розчинити в 200 г розчину ферум (III) нітрату з масовою часткою солі 3%, щоб при 20°C одержати насичений розчин?
- 7.5.24.** На реакцію з кальцій хлоридом, що містився у 100 мл розчину, витратили 36 мл 0,1 М розчину аргентум нітрату. Визначте молярну концентрацію кальцій хлориду в розчині.
- 7.5.25.** Після упарювання 6 л розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 24% ( $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ ) об'єм розчину зменшився втричі. Визначте молярну концентрацію солі в одержаному розчині.
- 7.5.26.** Посуд із розчином сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 96% залишили відкритим. Через деякий час маса розчину збільшилась із 230 г до 250,4 г. Густина одержаного розчину 1,814 г/см<sup>3</sup>. Визначте молярну концентрацію кислоти в одержаному розчині.
- 7.5.27.** Визначте, яку масу ферум (II) сульфату гептагідрату потрібно додати до 100 мл 0,1 М розчину ферум (II) сульфату ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ), щоб одержати розчин солі з масовою часткою речовини 10%.
- 7.5.28.** Визначте масу галуни складу  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , який потрібно додати до 600 г розчину калій сульфату з масовою часткою солі 0,1, щоб масова частка останнього збільшилась в 1,5 рази.
- 7.5.29.** При температурі 80°C розчин калій карбонату масою 600 г має концентрацію солі 6,72 моль/л і густиною 1,6 г/мл. При охолодженні розчину до 20°C випав осад кристалогідрату, який відділили. Одержали розчин масою 494,5 г з масовою часткою солі 52,5%. Визначте формулу кристалогідрату.

## I РІВЕНЬ

- 7.6.1.** Ступінь дисоціації одноосновної кислоти  $\text{HAn}$  у розчині становить 70%. Визначте число йонів, що припадає на кожні 100 недисоційованих молекул кислоти.
- 7.6.2.** Визначте число частинок (молекул та йонів), які містяться в розчині кислоти складу  $\text{H}_2\text{An}$ , для приготування якого використали 300 молекул кислоти. Ступінь дисоціації кислоти за першим ступенем становить 40%, а за другим 20%.
- 7.6.3.** Ступінь дисоціації одноосновної кислоти становить 0,9. Визначте число йонів, що припадає на кожні 10 недисоційованих молекул кислоти.
- 7.6.4.** Визначте концентрацію йонів  $\text{H}^+$  (в моль/л) в розчині нітратної кислоти об'ємом 3 л, для приготування якого розчинили 2,96 г кислоти. Вважайте, що ступінь дисоціації кислоти дорівнює 100%.
- 7.6.5.** Дано 600 мл 0,1 М розчину ортофосфатної кислоти. Ступінь дисоціації кислоти за першим ступенем становить 20%. Нехтуючи дисоціацією кислоти за іншими ступенями, розрахуйте концентрацію йонів  $\text{H}^+$  у розчині (в моль/л).
- 7.6.6.** Визначте кількість йонів, які утворюються при повній дисоціації алюміній сульфату в розчині, що містить 400 молекул солі.
- 7.6.7.** Визначте кількість йонів  $\text{H}^+$ , які містяться в 150 мл 0,15 М розчину нітритної кислоти, якщо ступінь її дисоціації становить 5,5%.
- 7.6.8.** Визначте кількість частинок (молекул та йонів), що утворюються при розчиненні у воді 1500 молекул карбонатної кислоти, якщо ступінь її дисоціації за першим ступенем становить 20%, а за другим 1%.
- 7.6.9.** У розчині кальцій нітрату міститься 360 йонів. Визначте число розчинених молекул. Ступінь дисоціації солі 0,8.
- 7.6.10.** Скільки йонів утвориться при дисоціації 500 молекул карбонатної кислоти, якщо вона дисоціює за першим ступенем на 20%, а за другим на 1%?
- 7.6.11.** Із 300 молекул речовини А, яку розчинили у воді, на йони розпалося лише 200 молекул. Визначте ступінь дисоціації речовини А.
- 7.6.12.** Ступінь дисоціації трьохосновної кислоти за першим ступенем становить 90%, за другим 10%, а за третім 2%. Визначте число йонів  $\text{H}^+$ , які будуть міститися у розчині, приготовленому розчиненням 6000 молекул кислоти у воді.
- 7.6.13.** Визначте число частинок (молекул та йонів), які містяться в розчині слабкої двоосновної кислоти, приготовленому розчиненням 4000 мо-

лекул кислоти, якщо ступінь дисоціації кислоти за першим ступенем становить 0,8, а за другим 0,02.

- 7.6.14.** У розчині алюміній нітрату міститься 560 йонів. Ступінь дисоціації солі становить 70%. Визначте число молекул речовини, які були розчинені.

## II РІВЕНЬ

- 7.6.15.** Визначте концентрації йонів  $\text{K}^+$  та  $\text{SO}_4^{2-}$  (у моль/л) в 0,05 М розчині калій сульфату, вважаючи дисоціацію солі повною.
- 7.6.16.** Визначте концентрацію ацетат-йонів (у моль/л) в 0,1 М розчині оцтової кислоти, якщо ступінь її дисоціації становить 1,3%.
- 7.6.17.** У 200 мл розчину міститься 0,4 моль барій нітрату, ступінь дисоціації якого становить 70%. Визначте масу катіонів барію, які містяться в 1,5 л такого розчину.
- 7.6.18.** Визначте концентрацію гідроксид-йонів (у моль/л) в розчині калій гідроксиду, якщо відомо, що в 50 мл цього розчину міститься 0,14 г луґу. Дисоціацію луґу вважати повною.
- 7.6.19.** Визначте концентрацію гідроксид-йонів (у моль/л) в розчині барій гідроксиду ( $\rho = 1,051 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою луґу 2%. Дисоціацію луґу за першим ступенем вважати повною.
- 7.6.20.** У деякому об'ємі слабкої одноосновної кислоти міститься  $6 \cdot 10^6$  недисоційованих молекул, і  $1,2 \cdot 10^4$  йонів  $\text{H}^+$ . Визначте ступінь дисоціації кислоти (%).
- 7.6.21.** У деякому об'ємі 0,1 М розчину нітритної кислоти міститься  $5,66 \cdot 10^{20}$  молекул, що не продисоціювали та  $3,6 \cdot 10^{19}$  йонів  $\text{H}^+$ . Визначте ступінь дисоціації кислоти.
- 7.6.22.** Визначте масу гідроксид-йонів, які містяться в розчині об'ємом 20 мл із концентрацією натрій гідроксиду 3 моль/л. Ступінь дисоціації луґу 94%.
- 7.6.23.** Визначте ступінь дисоціації оцтової кислоти, якщо відомо, що у 200 мл приготовленого розчину міститься  $1,188 \cdot 10^{22}$  недисоційованих молекул та  $1,2 \cdot 10^{20}$  йонів  $\text{H}^+$ .
- 7.6.24.** Визначте концентрацію йонів  $\text{H}^+$  (у моль/л) в розчині плавикової кислоти ( $\text{HF}$ ) з густиною  $1 \text{ г/см}^3$ , якщо ступінь дисоціації її становить 3%. Масова частка кислоти в розчині складає 0,1%.

## III РІВЕНЬ

- 7.6.25.** Визначте масову частку барій хлориду (%) в розчині, в якому при повній дисоціації солі концентрація йонів становить 0,9 моль/л. Густина розчину  $1,02 \text{ г/см}^3$ .
- 7.6.26.** Змішували 600 мл 0,05 М розчину калій гідроксиду та 400 мл 0,1 М розчину натрій гідроксиду. Визначте концентрацію гідроксид-йонів (у моль/л) в розчині. Дисоціацію луґів вважати повною.

- 7.6.27.** Визначте ступінь дисоціації оцтової кислоти (%) в 0,01 М розчині, якщо відомо, що у 100 мл цього розчину міститься  $6,26 \cdot 10^{20}$  частинок (молекул та йонів).
- 7.6.28.** Водний розчин плавикової кислоти містить 1 г кислоти у 500 мл розчину. Ступінь дисоціації кислоти становить 8%. Чому дорівнює константа дисоціації кислоти?
- 7.6.29.** В 1 л 0,01 М розчину оцтової кислоти міститься  $6,26 \cdot 10^{21}$  недисоційованих молекул та йонів. Визначте ступінь дисоціації кислоти.
- 7.6.30.** Визначте загальну кількість частинок (молекул та йонів), які містяться у 300 мл 0,3 М розчину мурашиної кислоти, якщо ступінь дисоціації кислоти складає 2,1%.
- 7.6.31.** Визначте ступінь дисоціації мурашиної кислоти (%) в 0,01 М розчині, якщо в 6 мл цього розчину міститься  $4,092 \cdot 10^{19}$  частинок (недисоційованих молекул та йонів).
- 7.6.32.** Вважаючи, що карбонатна кислота в основному дисоціює за першим ступенем, визначте відповідну константу дисоціації. Відомо, що в 0,005 М розчині цієї кислоти концентрація йонів  $H^+$  становить  $4,25 \cdot 10^{-5}$  моль/л.
- 7.6.33.** Визначте рН 0,005 М розчину  $Ba(OH)_2$ , вважаючи дисоціацію луку повною.
- 7.6.34.** Визначте константу дисоціації оцтової кислоти, якщо ступінь дисоціації її в 0,1 М розчині становить 1,5%.
- 7.6.35.** Визначте константу дисоціації  $HClO$  в 0,1 М розчині, якщо ступінь електролітичної дисоціації цієї кислоти дорівнює 0,07%.
- 7.6.36.** Концентрація йонів  $Na^+$  у розчині натрій нітрату становить 0,322 г/л при ступені дисоціації 70%. Визначте молярну концентрацію  $NaNO_3$  у вихідному розчині.
- 7.6.37.** Визначте ступінь електролітичної дисоціації 0,05 М розчину нітритної кислоти, якщо константа дисоціації її становить  $5 \cdot 10^{-4}$ .

## Розділ 8. РЕАКЦІЇ ЗА УЧАСТЮ ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН

У даному розділі виділено такі групи задач:

**Група 1.** Задачі на знаходження складу газової суміші, якщо в умові є дані, які дозволяють розрахувати молярну масу суміші, і задачі на знаходження відносної густини газової суміші за її складом з наступним використанням одержаних даних для проведення розрахунків за хімічними рівняннями.

**Група 2.** Задачі, пов'язані з добуванням чи використанням сумішей озону і кисню, необхідних для проведення реакцій горіння органічних та неорганічних речовин.

**Група 3.** Задачі на встановлення складу газової суміші за наявних даних про зміну об'єму газової суміші в результаті реакції.

**Група 4.** Задачі на використання газових законів.

**Група 5.** Задачі з використанням поняття «ступінь перетворення (конверсії)».

При проведенні хімічних розрахунків за хімічними рівняннями за участю газоподібних речовин потрібно пам'ятати, що об'єм газу повинен бути приведений до нормальних умов.

**Нормальні умови:** температура  $0^\circ C$  або 273 К, тиск —  $1,013 \cdot 10^5$  Па, або 760 мм рт. ст., або 1 атм.

Для приведення об'єму газу до нормальних умов (н.у.) користуються формулою об'єднаного газового закону:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0},$$

де  $P, V, T$  — тиск, температура та об'єм за певних умов, а  $P_0, V_0, T_0$  — тиск, температура та об'єм за нормальних умов.

Часто зручно користуватись формулою Менделєєва — Клапейрона:

$$PV = \frac{mRT}{M} = \nu RT,$$

де  $V$  — об'єм газу,  $P$  — тиск,  $T$  — абсолютна температура (К),  $M$  — молярна маса газу,  $m$  — маса газу,  $\nu$  — кількість речовини,  $R$  — універсальна газова стала.

$$R = 0,082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = 62360 \frac{\text{мл} \cdot \text{мм рт. ст.}}{\text{моль} \cdot \text{К}}.$$

**Озонатор** — це прилад для добування озону з кисню.

**Озонування** — це процес добування озону з кисню.

## Розділ 8

## Група 1

### 1 РІВЕНЬ

- 8.1.1.** Обчисліть густину за воднем газової суміші, що містить за об'ємом 20% метану, 40% карбон діоксиду, решта — чадний газ.
- 8.1.2.** Суміш амоніаку та азоту має густину за гелієм б. Обчисліть: а) об'ємну частку азоту (%) у суміші; б) масову частку (%) амоніаку в суміші.
- 8.1.3.** Газова суміш складається з 20 л карбон діоксиду, 40 л кисню та 60 л водню. Розрахуйте відносну густину суміші за амоніаком.
- 8.1.4.** Газова суміш складається з метану, азоту та амоніаку, об'єми яких відносяться відповідно як 2:1:2. Обчисліть відносну густину суміші за гелієм.

- 8.1.5.** Густина за воднем суміші метану та ацетилену становить 9. Обчисліть: а) об'ємні частки газів (%) у суміші; б) масові частки газів у суміші (%).
- 8.1.6.** Густина за повітрям суміші карбон діоксиду та карбон монооксиду становить 1,3. Обчисліть об'ємні частки (%) газів, що входять до складу суміші.
- 8.1.7.** Обчисліть густину за воднем газової суміші, що містить 0,4 моль вуглекислого газу, 0,2 моль азоту та 1,4 моль кисню.
- 8.1.8.** Обчисліть густину за повітрям еквімолярної газової суміші, що містить азот та кисень.
- 8.1.9.** Обчисліть густину за воднем газової суміші, що містить 100 мл азоту, 300 мл кисню та 400 мл карбон діоксиду. Виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 8.1.10.** Обчисліть густину за амоніаком суміші, що містить карбон монооксид, карбон діоксид та водень, об'єми яких відносяться відповідно як 1:4:5.
- 8.1.11.** Густина за воднем суміші кисню та азоту становить 15,5. Обчисліть масові частки газів (%) у суміші.
- 8.1.12.** Розрахуйте густину за воднем газової суміші (н.у.), що утвориться при термічному розкладі алюміній нітрату.
- 8.1.13.** Суміш метану та сірководню важча за водень в 14,43 разу. Як відносяться кількості речовин компонентів суміші?

### II РІВЕНЬ

- 8.1.14.** Густина за повітрям суміші кисню та карбон діоксиду 1,24. Обчисліть об'єм цієї суміші, що витратиться на спалювання 5 м<sup>3</sup> водню (н.у.).
- 8.1.15.** Розрахуйте об'єм повітря необхідний для спалювання 20,0 л суміші чадного газу та водню (н.у.). Густина за амоніаком цієї суміші становить 1,2.
- 8.1.16.** Обчисліть густину за воднем суміші пропану та метану, якщо відомо, що суміш містить 40% метану за об'ємом. Який об'єм кисню піде на спалювання 20 л (н.у.) цієї суміші?
- 8.1.17.** Густина за воднем суміші метану та чадного газу 10. Обчисліть об'єм кисню (н.у.), який витратиться на спалювання 5 моль вихідної суміші.
- 8.1.18.** При взаємодії суміші чадного газу та азоту зі стехіометричною кількістю речовини кисню утворилась двокомпонентна газова суміш об'ємом 120 дм<sup>3</sup> з густиною за повітрям 1,1. Знайдіть об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.1.19.** При термічному розкладі суміші амоній карбонату та амоній гідрогенкарбонату масою 120 г з масовою часткою амоній карбонату 30% утворилась двокомпонентна газова суміш, яку привели до нормальних умов. Розрахуйте густину цієї суміші за воднем.

- 8.1.20.** При нагріванні суміші магній карбонату та калій перманганату утворилось 11,2 дм<sup>3</sup> газової суміші (н.у.), що має густину за повітрям 1,27. Обчисліть: а) масовий склад вихідної суміші солей; б) об'ємні частки компонентів газової суміші (%).
- 8.1.21.** При нагріванні 81,3 г еквімолярної суміші аргентум нітрату та калій нітрату утворилась газова суміш, яку привели до нормальних умов. Розрахуйте: а) об'ємні частки (%) компонентів газової суміші; б) густину утвореної суміші за повітрям.
- 8.1.22.** Суміш ацетилену та метану має густину 0,8 г/л (н.у.). Розрахуйте: а) відносну густину суміші за воднем; б) об'ємну частку (%) метану в суміші.
- 8.1.23.** Який об'єм метану потрібно додати до 20 л (н.у.) карбон діоксиду, щоб густина одержаної суміші становила 1,34 г/л?

### III РІВЕНЬ

- 8.1.24.** Який об'єм кисню потрібно використати для повного спалювання 120 м<sup>3</sup> газової суміші (н.у.), що містить чадний газ та водень, об'єми яких відносяться як 1:4? Розрахуйте густину за воднем вихідної суміші.
- 8.1.25.** Розрахуйте об'єм повітря (н.у.), що піде на спалювання 40 см<sup>3</sup> еквімолярної суміші метану та чадного газу. Обчисліть густину вихідної суміші за амоніаком.
- 8.1.26.** Обчисліть густину за воднем газоподібної суміші, яка утвориться при термічному розкладі сульфур триоксиду, якщо в момент встановлення хімічної рівноваги розкладеться 4% вихідної речовини.
- 8.1.27.** Обчисліть густину за повітрям газової суміші (н.у.), що утвориться при термічному розкладі купрум (II) нітрату.
- 8.1.28.** При термічному розкладі суміші натрій гідрогенкарбонату та амоній гідрогенкарбонату масою 49,4 г утворилось 13,44 л (н.у.) газової суміші. Обчисліть: а) густину утвореної газової суміші за воднем; б) масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 8.1.29.** Після повного гідрування суміші метану та етену густина утвореної суміші за воднем збільшилась на 0,25. Обчисліть об'ємну частку етену (%) у вихідній суміші.
- 8.1.30.** До 5 л суміші нітроген монооксиду та нітроген діоксиду (н.у.), що має густину за воднем 19, додали 3 л (н.у.) кисню. Розрахуйте: а) густину за воднем утвореної суміші; б) на скільки зменшився загальний об'єм газів після реакції.
- 8.1.31.** Змішали 0,8 л нітроген монооксиду та 2,5 л повітря (н.у.). Обчисліть: а) об'ємний склад утвореної газової суміші; б) відносну густину утвореної газової суміші за повітрям.

- 8.1.32.** Газова суміш, що складається з метану, водню та карбон діоксиду, має густину за амоніаком 1,27. Для спалювання одного об'єму суміші витратили три об'єми повітря. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%). Усі виміри проводились за однакових умов. Об'ємна частка кисню в повітрі становила 20%.
- 8.1.33.** Обчисліть об'ємний склад (%) суміші карбон (IV) оксиду, карбон монооксиду та водню, густина якої за метаном становить 1,56. Відомо, що при пропусканні  $300 \text{ см}^3$  цієї суміші крізь надлишок баритової води об'єм газової суміші зменшився до  $210 \text{ см}^3$ . Усі виміри проводились за однакових умов.
- 8.1.34.** Густина за воднем суміші, що складається з водню, ацетилену та етену, дорівнює 12. Для спалювання  $89,6 \text{ дм}^3$  цієї суміші використали  $224 \text{ л}$  кисню. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%). Усі виміри проводились за однакових умов.
- 8.1.35.** Густина за воднем суміші, що містить метан, водень та карбон діоксид, становить 8,0. На спалювання  $200 \text{ мл}$  вихідної суміші витратили  $500 \text{ мл}$  повітря. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%). Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов. Об'ємна частка кисню в повітрі становила 20%.
- 8.1.36.** Суміш метану, пропену та пропану об'ємом  $180 \text{ л}$  пропустили крізь водний розчин бром. У реакцію вступило  $385,6 \text{ г}$  бром. Густина за повітрям вихідної суміші 1,21. Обчисліть об'ємні частки компонентів вихідної суміші (%).
- 8.1.37.** Суміш етану, етену та бутену має густину за воднем 18. До  $2 \text{ л}$  суміші додали  $2 \text{ л}$  водню і пропустили одержану суміш над нагрітим каталізатором. У результаті об'єм її зменшився на  $1000 \text{ мл}$ . Обчисліть об'ємні частки компонентів вихідної суміші (%). Виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 8.1.38.** Суміш метану, етану та ацетилену має густину за воднем 11,8. До  $0,4 \text{ л}$  вихідної суміші додали  $1 \text{ л}$  водню і пропустили одержану суміш над нагрітим каталізатором. При цьому об'єм її зменшився до  $1,24 \text{ л}$ . Обчисліть об'ємні частки газів (%) у вихідній суміші. Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 8.1.39.** Газ, одержаний при спалюванні  $17,92 \text{ л}$  (н.у.) суміші чадного газу та метану з густиною за воднем 12,5, пропустили крізь розчин натрій гідроксиду із вмістом луку  $0,9 \text{ моль}$ . Розрахуйте: а) об'ємні частки компонентів вихідної суміші (%); б) масу та склад утвореної суміші солей.
- 8.1.40.** При спалюванні  $350 \text{ л}$  суміші метану та ацетилену в кисні одержали  $775 \text{ л}$  суміші карбон діоксиду та кисню, що має густину за повітрям 1,424. Обчисліть об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.

- 8.1.41.** До  $4 \text{ л}$  суміші карбон монооксиду та нітроген діоксиду добавили за нормальних умов такий же об'єм кисню. Суміш спалили, а утворену газову суміш привели до початкових умов. Обчисліть об'ємний склад (%) утвореної газової суміші, якщо відносна густина вихідної суміші за воднем дорівнює 17.
- 8.1.42.** Суміш пропану, бутану та пропену (н.у.) об'ємом  $4,48 \text{ л}$  (н.у.), що має густину за воднем 23, прореагувала з  $0,1 \text{ моль}$  бром. Обчисліть об'ємні частки компонентів (%) вихідної газової суміші.

## Розділ 8

## Група 2

### I РІВЕНЬ

- 8.2.1.** Кисень об'ємом  $25,0 \text{ л}$  (н.у.) пропустили через озонатор. У реакцію вступила  $1/5$  його частина. Розрахуйте об'єм одержаної суміші (н.у.).
- 8.2.2.** Через озонатор пропустили  $80 \text{ мл}$  (н.у.) повітря. Прореагувало лише 4% наявного в повітрі кисню. Розрахуйте об'ємні частки (%) компонентів утвореної газової суміші.
- 8.2.3.** Обчисліть, який об'єм водню (н.у.) згорить у  $2 \text{ л}$  суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 5%?
- 8.2.4.** При пропусканні повітря через озонатор об'єм газової суміші зменшився на 2%. Обчисліть об'ємні частки речовин (%) в одержаній суміші.
- 8.2.5.**  $3000 \text{ мл}$  кисню, виміряного при  $20^\circ\text{C}$  і тиску  $1,5 \text{ атм}$ , повністю перетворили в озон. Яку кількість молекул озону одержали?
- 8.2.6.** Який об'єм чадного газу згорить у  $2 \text{ л}$  (н.у.) суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 8%?
- 8.2.7.** Суміш озону і кисню має густину  $1,61 \text{ г/л}$  (н.у.). Обчисліть об'ємну частку (%) озону в суміші. Який об'єм нітроген монооксиду можна окиснити даною газовою сумішкою об'ємом  $20 \text{ л}$  (н.у.)?
- 8.2.8.** Обчисліть об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 15%, який витратиться на спалювання  $10 \text{ дм}^3$  водню (н.у.).
- 8.2.9.** При озонуванні  $40 \text{ л}$  кисню утворилась газова суміш об'ємом  $38,5 \text{ л}$  (н.у.). Яка об'ємна частка озону (%) в утвореній газовій суміші?
- 8.2.10.** Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 10%, який витратиться на спалювання  $200 \text{ мл}$  еквімолярної суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду (н.у.).
- 8.2.11.** Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 10% витратиться на спалювання  $42 \text{ л}$  пропану (н.у.)?
- 8.2.12.** При озонуванні кисню відбулось зменшення об'єму на  $25 \text{ мл}$ . Який об'єм кисню проозонувався? Обчисліть об'єм озону, що утворився. Усі виміри проводились за нормальних умов.

## II РІВЕНЬ

- 8.2.13.** На спалювання 28 л суміші метану та чадного газу витратили 21,1 л суміші озону і кисню (н.у.) з об'ємною часткою озону 12%. Обчисліть об'ємну частку метану (%) у вихідній суміші.
- 8.2.14.** Обчисліть об'єм суміші озону і кисню, що містить 4% озону, необхідний на спалювання 200 л (н.у.) суміші вуглекислого газу, азоту, водню та кисню, об'ємні частки яких у суміші становлять відповідно 20%, 30%, 40% та 10%.
- 8.2.15.** Який об'єм суміші озону і кисню з густиною за воднем 19 потрібно використати для окиснення 4,0 л нітроген монооксиду (н.у.)?
- 8.2.16.** Який об'єм суміші озону і кисню з густиною за повітрям 1,3 необхідно використати для спалювання 260 см<sup>3</sup> метану, який містить домішки азоту, об'ємна частка яких становить 25%?
- 8.2.17.** Із 300 мл повітря з домішками озону після розкладу озону одержали 312 мл газової суміші. Виміри об'ємів проводились за однакових умов. Обчисліть: а) об'ємну частку озону у вихідній суміші (%); б) об'ємні частки компонентів утвореної газової суміші (%). Врахуйте, що об'ємна частка кисню в повітрі з домішками озону становила 18%.
- 8.2.18.** Через озонатор пропустили 10 л газової суміші, що містить азот та кисень в однакових об'ємах. Відомо, що 5% кисню перетворилось в озон. Обчисліть об'ємні частки газів (%) в утвореній суміші. Виміри об'ємів проводились за нормальних умов.
- 8.2.19.** Зі 140 мл суміші озону і кисню після розкладу озону утворилось 160 мл кисню (н.у.). Обчисліть: а) масову частку озону (%) в суміші озону і кисню; б) об'єм суміші озону і кисню, який витратиться на спалювання 8,00 л етану (н.у.).
- 8.2.20.** Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для перетворення у воду 2 л суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 0,1?
- 8.2.21.** При пропусканні повітря через озонатор його об'єм зменшився на 4%. Обчисліть об'ємні частки газів в утвореній суміші (%). Який об'єм утвореної суміші витратиться на спалювання 4 м<sup>3</sup> (н.у.) суміші карбон монооксиду та азоту з об'ємною часткою азоту 20%?
- 8.2.22.** 40 мл суміші пропану і бутану спалили у 200 мл суміші озону і кисню, що містила 3% озону. Обчисліть об'ємні частки газів (%) у вихідній суміші (н.у.).

## III РІВЕНЬ

- 8.2.23.** Після озонування кисню об'єм одержаної суміші озону і кисню виявився на 120 мл меншим за вихідний об'єм кисню (н.у.). Одержану газову суміш пропустили крізь водний розчин калій йодиду масою 200 г з масовою часткою солі 15%. Яка маса йоду при цьому виділилась?

- 8.2.24.** Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 25% необхідно використати для повного спалювання 120 л суміші карбон монооксиду та водню (н.у.)?
- 8.2.25.** Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 20% потрібно використати для спалювання 50,0 л суміші, що містить водень, метан та кисень, об'єми яких відносяться відповідно як 2:2:1? Виміри об'ємів проводяться за нормальних умов.
- 8.2.26.** Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 20%, який витратиться на спалювання 20 л (н.у.) суміші метану і пропану, що має густину за воднем 18.
- 8.2.27.** Обчисліть об'єм суміші озону і кисню, густина якої за повітрям становить 1,4, що витратиться на спалювання 150 дм<sup>3</sup> суміші метану і бутану, що має густину за воднем 18.
- 8.2.28.** Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 12% потрібно використати для добування 120 г олеуму з масовою часткою сірчаного ангідриду 40%, виходячи з піриту?

---

## Розділ 8

## Група 3

---

### I РІВЕНЬ

- 8.3.1.** До 300 мл суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду добавили 500 мл кисню (н.у.). Після спалювання суміші і приведення до нормальних умов об'єм утвореної суміші склав 700 мл. Обчисліть об'ємні частки (%) компонентів утвореної газової суміші.
- 8.3.2.** До 400 мл суміші азоту та водню додали 200 мл кисню. Суміш підпалили. Об'єм одержаної суміші склав 375 мл. Усі виміри проводились за нормальних умов. Визначте об'ємні частки компонентів вихідної та утвореної суміші (%).
- 8.3.3.** Після вибуху 30 дм<sup>3</sup> суміші водню та кисню виявили 9 дм<sup>3</sup> газу (н.у.), що підтримує горіння. Визначте об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші.
- 8.3.4.** Суміш метану та чадного газу об'ємом 70 см<sup>3</sup> прореагувала з 0,55 л повітря. Розрахуйте об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші. Виміри об'ємів проводились за нормальних умов. Об'ємна частка кисню в повітрі становила 20%.
- 8.3.5.** При спалюванні 6 л суміші етану та чадного газу в стехіометричній кількості речовини кисню утворилось 14 л газопарової суміші. Після конденсації водяних парів залишилось ще 8 л газу. Усі виміри проводились за однакових умов. Розрахуйте об'ємну частку (%) чадного газу у вихідній суміші.

- 8.3.6. Які об'єми водню та кисню прореагували, якщо в результаті реакції об'єм суміші після приведення до попередніх умов зменшився на 120 см<sup>3</sup>? Врахуйте, що вода перебувала в пароподібному стані.
- 8.3.7. На повне гідрування суміші етену та ацетилену об'ємом 370 л витратили 620 л водню (н.у.). Визначте масову частку ацетилену (%) у вихідній суміші. На скільки зменшився загальний об'єм газів у результаті проходження хімічних реакцій?
- 8.3.8. Стехіометричну суміш азоту та водню об'ємом 1700 мл пропустили над нагрітим катализатором. Після реакції об'єм газів склав 1600 мл. Виміри проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємні (%) частки компонентів в утвореній суміші.
- 8.3.9. До 10 л суміші метану та ацетилену додали такий же об'єм водню. Після пропускання суміші над нагрітим нікелевим катализатором об'єм суміші став 16 л. Розрахуйте об'ємну частку (%) ацетилену в суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
- 8.3.10. Суміш азоту і водню спалили у стехіометричній кількості речовини кисню. Після закінчення реакції та приведення газової суміші до початкових умов (вода сконденсувалась) встановили, що об'єм газової суміші зменшився на величину, яка дорівнює об'єму вихідної суміші. Як відносились об'єми газів у вихідній суміші?
- 8.3.11. Після спалювання в кисні суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду об'ємом 120 мл об'єм суміші зменшився на 40 мл. Визначте об'ємну частку (%) вуглекислого газу у вихідній суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
- 8.3.12. Підпалили 50 мл суміші карбон монооксиду та кисню. Одержані продукти пропустили крізь розчин лугу. Об'єм газу, що не поглинувся, склав 20 мл. Відомо, що газ підтримує горіння. Визначте об'ємну частку (%) карбон монооксиду у вихідній суміші. Усі об'єми вимірювались за однакових умов.
- 8.3.13. Підпалили 300 дм<sup>3</sup> суміші водню і кисню. Після завершення реакції залишилось 30 дм<sup>3</sup> газу, що підтримує горіння. Обчисліть об'ємну частку водню (%) у вихідній суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов.

## ІІ РІВЕНЬ

- 8.3.14. До 200 мл суміші ацетилену і бутану додали 1 л кисню (н.у.). Після спалювання суміші і приведення до початкових умов об'єм утвореної суміші склав 720 мл. Визначте об'єм ацетилену в суміші.
- 8.3.15. Суміш кисню та чадного газу об'ємом 200 мл (н.у.) привели до умов реакції. Після приведення утвореної суміші до початкових умов її

об'єм склав 150 мл (н.у.). Визначте об'ємний склад суміші, що утворилась, якщо відомо, що в ній спалахує тліюча скіпка.

- 8.3.16. Суміш об'ємом 400 мл (н.у.), що містить карбон монооксид та надлишок кисню, привели до умов реакції. Після приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм зменшився на 50 мл. Розрахуйте об'ємні частки (%) компонентів утвореної суміші.
- 8.3.17. Суміш азоту та етану об'ємом 28 л (н.у.) спалили. Продукти спалювання пропустили крізь надлишок вапняної води. При цьому одержали 85 г солі. Обчисліть об'ємну частку азоту (%) у вихідній суміші.
- 8.3.18. До 500 мл суміші водню та карбон монооксиду додали 600 мл кисню і привели до умов реакції. Об'єм утвореної газової суміші склав 700 мл. Усі виміри проводились за нормальних умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.3.19. До 25 мл суміші метану та етану добавили 100 мл кисню (н.у.). Суміш підпалили. Після приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм склав 70 мл. Визначте об'ємну частку метану (%) у вихідній суміші.
- 8.3.20. В евідометрі спалили 80 мл суміші (н.у.) метану в надлишку кисню. Після поглинання вуглекислого газу та води і приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм склав 20 мл. Визначте об'ємні частки газів (%) у початковій суміші.
- 8.3.21. До 200 мл суміші етану та етену добавили 400 мл водню. Суміш пропустили над нагрітим платиновим катализатором. Об'єм утвореної суміші склав 550 мл. Усі виміри проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємні та масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 8.3.22. В евідометрі спалили 120 мл суміші етану з киснем. Після поглинання води та вуглекислого газу залишилось 30 мл газу, що підтримує горіння. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.3.23. Суміш чадного газу та пропану об'ємом 80 мл змішали з 350 мл кисню (н.у.) і привели до умов реакції. Об'єм суміші після приведення до нормальних умов склав 240 мл. Суміш підтримує горіння. Визначте об'ємний склад вихідної та утвореної суміші.
- 8.3.24. До суміші пропану і пропену об'ємом 12 мл добавили 10 мл водню (н.у.) і пропустили над нагрітим нікелевим катализатором. Після приведення продуктів реакції до початкових умов об'єм суміші склав 14 мл. Обчисліть об'ємну частку (%) пропену у вихідній суміші.
- 8.3.25. Підпалили 100 мл (н.у.) суміші бутану і кисню. Після закінчення реакції і приведення газів до початкових умов об'єм суміші зменшився на 35,0 мл. В утвореній суміші спалахує тліюча скіпка. Розрахуйте об'ємні частки компонентів (%) вихідної та одержаної газової суміші.



- 8.3.26.** До 560 мл суміші етену та ацетилену додали водень до утворення 2 л суміші. Після пропускання цієї суміші над нагрітим платиновим каталізатором її об'єм зменшився на 33,6%. Обчисліть об'ємні частки компонентів (%) у вихідній суміші.
- 8.3.27.** На суміш об'ємом 40 мл, що містить амоніак, азот та водень, подіяли електричним струмом. Об'єм газів став 56 мл. Цю суміш пропустили над нагрітим купрум (II) оксидом. Об'єм газу, що залишився, склав 9 мл. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.3.28.** Газову суміш об'ємом 600 мл, що містить нітроген монооксид, азот, нітроген діоксид, пропустили крізь воду. Об'єм газів, які не поглинулися, склав 300 мл. До них додали 200 мл кисню, у результаті чого об'єм склав 450 мл. Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов. Розрахуйте об'ємну частку нітроген монооксиду у вихідній суміші (%).

### III РІВЕНЬ

- 8.3.29.** До суміші об'ємом 200 мл, що містить азот, водень та метан, добавили 300 мл кисню (н.у.). Суміш підпалили. Після закінчення реакції одержану газову суміш привели до початкових умов, при цьому її об'єм склав 210 мл. Цю суміш пропустили крізь надлишок розчину натрій гідроксиду. Об'єм утвореної суміші зменшився до 110 мл. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.3.30.** До 60 мл суміші, що містить азот, карбон монооксид та етан, додали 150 мл кисню (н.у.). Суміш спалили. Після приведення утворених продуктів до початкових умов об'єм суміші склав 125 мл. При пропусканні утвореної газової суміші крізь надлишок розчину лугу об'єм суміші зменшився на 80 мл. Суміш газів, яка залишилась, підтримує горіння. Визначте об'ємний склад вихідної суміші газів.
- 8.3.31.** До 375 мл суміші азоту, карбон діоксиду та ацетилену добавили 500 мл кисню. Суміш привели до умов реакції. Після закінчення горіння і приведення продуктів до початкових умов одержали 687,5 мл газової суміші, яку пропустили крізь надлишок розчину натрій гідроксиду. При цьому об'єм суміші зменшився до 337,5 мл. Усі виміри проводились за нормальних умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 8.3.32.** До суміші етену та ацетилену об'ємом 150 мл добавили 350 мл водню і пропустили над нагрітим платиновим каталізатором, після чого об'єм утвореної суміші склав 250 мл. Усі виміри об'ємів проводились за нормальних умов. Визначте: а) об'ємний склад вихідної суміші; б) масу водного розчину бром у масовою часткою речовини 10%, яку може знебарвити вихідна суміш.

- 8.3.33.** До 70 мл суміші етену, азоту та етану добавили 315 мл кисню (н.у.). Суміш підпалили. Об'єм утвореної суміші після приведення її до початкових умов склав 270 мл. Після поглинання вуглекислого газу лугом залишилось 170 мл газової суміші, яка містить 11,77% газу, що не горить. Визначте об'ємний склад вихідної суміші. Усі виміри проводились за нормальних умов.
- 8.3.34.** До 80 мл суміші етану, ацетилену та азоту добавили 145 мл кисню (н.у.). Суміш підпалили. Після приведення до початкових умов об'єм утвореної суміші склав 130 мл. Продукти реакції пропустили крізь надлишок розчину лугу, при цьому об'єм газової суміші зменшився на 100 мл. Газ, що залишився, не горить і не підтримує горіння. Визначте об'ємний склад вихідної суміші. Усі виміри об'ємів проводились за нормальних умов.
- 8.3.35.** Суміш об'ємом 120 мл, що містить азот, ацетилен та амоніак, змішали з 240 мл кисню та спалили. Після приведення утвореної газової суміші до початкових умов її об'єм склав 220 мл. Цю суміш пропустили крізь надлишок розчину лугу. Об'єм газової суміші зменшився до 100 мл. Обчисліть: а) об'ємні частки компонентів у суміші (%), яка утворилась після спалювання вихідної суміші; б) відношення об'ємів газів у початковій суміші. Усі виміри проводились за нормальних умов.
- 8.3.36.** Суміш етану, етену та пропену об'ємом 19,04 л (н.у.) має масу 27,1 г. До цієї суміші добавили 20 л водню (н.у.) і пропустили над нагрітим нікелевим каталізатором. Об'єм утвореної суміші за цих же умов склав 25,6 л (н.у.). Обчисліть молярні частки компонентів (%) вихідної суміші.
- 8.3.37.** До 600 мл суміші водню, карбон діоксиду та азоту добавили 45 мл кисню, необхідного для повного спалювання суміші. Об'єм утвореної суміші склав 510 мл. Цю суміш пропустили крізь надлишок розчину калій гідроксиду. Об'єм суміші зменшився до 310 мл. Визначте об'ємний склад вихідної суміші. Усі виміри проводились за нормальних умов.
- 8.3.38.** До 100 мл суміші водню, азоту та кисню (н.у.) добавили такий же об'єм кисню. Суміш підпалили. Після закінчення реакції і приведення суміші до початкових умов об'єм газів склав 110 мл. Об'ємна частка кисню в утвореній суміші дорівнює 72,73%. Розрахуйте об'ємні частки: а) компонентів вихідної суміші (%); б) речовин, що містились в утвореній суміші (%).
- 8.3.39.** До 600 мл суміші водню, карбон монооксиду та карбон діоксиду добавили 400 мл кисню. Суміш підпалили. Після приведення утвореної газової суміші до нормальних умов її об'єм склав 750 мл. Газову суміш пропустили крізь надлишок розчину калій гідроксиду. Не поглинулось 250 мл газу, що підтримує горіння. Усі виміри проводились за нормальних умов. Визначте об'єми газів, які входили до вихідної суміші.

- 8.3.40.** До 200 мл суміші нітроген монооксиду з нітроген діоксидом добавили 500 мл повітря, об'ємна частка кисню в якому становила 20,0%. Після окиснення нітроген монооксиду вміст азоту в утвореній суміші склав 64,516% (за об'ємом). Усі виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте склад утвореної суміші в об'ємних відсотках.
- 8.3.41.** Змішали 400 мл суміші азоту, карбон монооксиду та карбон діоксиду з 600 мл повітря, об'ємна частка кисню в якому 20%. Після спалювання карбон монооксиду і приведення системи до початкових умов об'єм суміші зменшився на 60 мл. Об'ємна частка азоту в утвореній суміші склала 72,34%. Визначте об'ємний склад початкової та утвореної суміші (%). Усі виміри проводились за нормальних умов.

## Розділ 8

## Група 4

### І РІВЕНЬ

- 8.4.1.** Обчисліть об'єм (н.у.) певної маси газу, якщо відомо, що ця маса газу при 40°C і тиску 720 мм рт. ст. займає об'єм 180 см<sup>3</sup>.
- 8.4.2.** Який об'єм за нормальних умов займе 6,4·10<sup>-2</sup> м<sup>3</sup> газу, що перебуває при 50°C і тиску 9,54·10<sup>4</sup> Па?
- 8.4.3.** Який об'єм займе 40 г азоту при 30°C і тиску 0,94 атм? Розв'яжіть задачу двома способами.
- 8.4.4.** Який об'єм займе 1 кг карбон діоксиду при тиску 1,64 атм і температурі 9°C?
- 8.4.5.** Обчисліть молярну масу газу, 50 мл якого при температурі 17°C і тиску 103,4 кПа має масу 0,222 г.
- 8.4.6.** При якій температурі (тиск не змінюється) 1 г азоту займе об'єм 1 л?
- 8.4.7.** Обчисліть масу 1000 л карбон діоксиду при температурі 27°C і тиску 1,5 атм.
- 8.4.8.** Розрахуйте масу 50 л метану при 15°C і тиску 8 атм.
- 8.4.9.** Об'єм 1 г невідомого газу при тиску 770 мм рт. ст. і температурі 0°C становить 760 мл. Обчисліть молярну масу цього газу. Температура не змінюється.
- 8.4.10.** Певний газ при тиску 740 мм рт. ст. та певній температурі займає об'єм 50 мл. Як зміниться температура, якщо тиск і об'єм будуть подвоєні?
- 8.4.11.** Суміш цинку та міді масою 1 г помістили у склянку з надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 200 см<sup>3</sup> водню, виміряного при температурі 27°C і тиску 740 мм рт. ст. Розрахуйте масову частку міді (%) у вихідній суміші металів.
- 8.4.12.** Який об'єм водню, виміряний при температурі 21°C і тиску 765 мм рт. ст. необхідно використати для відновлення купрум (II) оксиду масою 16 г?

- 8.4.13.** З калій хлорату масою 2,8·10<sup>-3</sup> кг одержали 0,7·10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup> кисню, виміряного при 20°C і тиску 111,9 кПа. Обчисліть масову частку домішок (%) у калій хлораті.
- 8.4.14.** Обчисліть масу міді, що утворилась при відновленні купрум (II) оксиду, якщо на її відновлення використали 40 дм<sup>3</sup> водню, виміряного при 17°C і тиску 103,4 кПа.
- 8.4.15.** Який об'єм при температурі 27°C і тиску 1,2 атм буде займати водень, одержаний при розчиненні 3 г цинку в надлишку хлоридної кислоти?

### ІІ РІВЕНЬ

- 8.4.16.** У закритій посудині при температурі 200°C міститься суміш ацетилену і кисню. Об'єми компонентів суміші відносяться відповідно як 1:2. Як зміниться тиск (збільшиться чи зменшиться) у посудині у відсотках до початкового, якщо ацетилен спалити за рахунок кисню, що міститься в посудині, і температуру привести до початкової?
- 8.4.17.** У закритій посудині при температурі 200°C міститься суміш етану та кисню. Об'єми компонентів суміші відносяться відповідно як 2:3. Як зміниться тиск (збільшиться чи зменшиться) у посудині у відсотках до початкового після спалювання етану та приведення температури до початкової?
- 8.4.18.** У закритій посудині міститься 40 л еквімолярної суміші етану з киснем при температурі 120°C і тиску 2,5 атм. Яким стане тиск у посудині, якщо етан спалити і температуру привести до початкової?
- 8.4.19.** Який об'єм газової суміші, виміряний при температурі 300°C і тиску 1,3 атм, утвориться при повному термічному розкладі амоній гідрогенкарбонату масою 1,58 г?
- 8.4.20.** У посудині об'ємом 1,5 л, наповненій повітрям, провели повне перетворення наявного кисню в озон. Як змінився тиск (збільшився чи зменшився) у посудині у відсотках до початкового, якщо температура в посудині не змінилась?
- 8.4.21.** Обчисліть об'єм газової суміші, що утвориться при повному термічному розкладі амоній гідрогенкарбонату масою 7,9 г при температурі 150°C і тиску 120 кПа.
- 8.4.22.** Провели термоліз: а) алюміній нітрату масою 100 г при 160°C і тиску 50 кПа; б) 100 г аргентум нітрату при 150°C і тиску 80 кПа. Визначте, в якому випадку виділиться більший об'єм газової суміші, виміряний за умов проведення реакції?
- 8.4.23.** У закритій посудині при температурі 150°C міститься суміш двох об'ємів пропану та семи об'ємів кисню. Як зміниться тиск (збільшиться чи зменшиться) у посудині у відсотках до початкового, якщо пропан спалити за рахунок кисню, що міститься в посудині, а температуру привести до початкової?

- 8.4.24. При дії на 10 г суміші міді та алюмінію надлишком хлоридної кислоти виділився газ об'ємом 5,44 л при температурі 20°C і тиску 168 кПа. Обчисліть масову частку міді (%) у вихідній суміші.
- 8.4.25. Для спалювання 2 л суміші етану та пропану, яка перебуває під тиском 103,3 кПа і при температурі 0°C, витратили 7,6 л (н.у.) кисню. Розрахуйте об'ємні частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 8.4.26. Відношення кількостей речовин кальцій карбонату, кальцій гідрогенкарбонату та кальцій нітрату в суміші масою 199,7 г становить 1:2:3. Суміш прожарили. Який об'єм займуть утворені газоподібні продукти реакції при температурі 1200°C і нормальному тиску?
- 8.4.27. При прожарюванні суміші аргентум нітрату та калій нітрату одержали суміш газів, густина якої при 15°C і тиску 2 атм становить 3,386 г/л. Обчисліть масову частку аргентум нітрату (%) у вихідній суміші.
- 8.4.28. У закриту сталеву посудину при температурі 150°C помістили 56 л суміші етану та кисню. Об'єми компонентів суміші відносяться як 2:5. Початковий тиск у посудині становить 20 атм. Визначте тиск у посудині після спалювання етану та приведення газової суміші до початкової температури.
- 8.4.29. У закритій посудині місткістю 2 л (н.у.) міститься 300 мл розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 10% ( $\rho = 1,14 \text{ г/см}^3$ ). У посудину помістили 9,75 г цинку. Визначте тиск у посудині після закінчення реакції. Температура не змінюється. Зміною об'єму розчину, а також об'ємом твердої речовини знехтуйте.
- 8.4.30. У закритій сталевій посудині при тиску 120 атм міститься 100 моль суміші карбон монооксиду та кисню. Кількості речовин компонентів суміші відносяться як 1:3. Визначте тиск у посудині після того, як 50% карбон монооксиду окисниться (температура не змінюється).
- 8.4.31. Який тиск створиться в закритій посудині об'ємом 2 л в результаті вибуху 1 л тринітрату гліцерину ( $\rho = 1,596 \text{ г/мл}$ ), якщо температура в момент вибуху сягає 2600°C? Рівняння реакції розкладу тринітрату гліцерину:  $4\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{NO}_2)_3 = 12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 6\text{N}_2 + \text{O}_2$ .
- 8.4.32. Еквімолярна суміш ацетилену, етану та етену повністю реагує з 14,42 л водню. Об'єм водню вимірний при температурі 20°C і тиску 1,5 атм. Обчисліть об'єм ацетилену у вихідній суміші.

### III РІВЕНЬ

- 8.4.33. Суміш карбон монооксиду та метану об'ємом 5,28 л при температурі 27°C і тиску 3,75 атм має масу 19,4 г. Обчисліть об'єм повітря (н.у.), що витратиться на спалювання даної суміші.
- 8.4.34. Обчисліть об'ємні частки компонентів газової суміші (%), що складається з чадного газу та повітря, якщо відомо, що 20 г суміші при тем-

пературі 27°C і тиску 5 атм займає об'єм 3,446 л. Об'ємна частка кисню в повітрі становить 0,2.

- 8.4.35. У закритій посудині об'ємом 500 мл міститься 0,32 г суміші карбон монооксиду та водню при температурі 22°C і тиску 101,3 кПа. Обчисліть молярні частки компонентів (%) вихідної суміші. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання вихідної суміші?
- 8.4.36. У закритій посудині при тиску 300 атм міститься 100 моль суміші азоту та водню. Кількості речовин компонентів суміші відносяться як 1:3. Обчисліть об'ємні частки компонентів суміші і тиск у посудині після того, як 10% азоту прореагує і газову суміш приведуть до початкової температури.
- 8.4.37. У закриту посудину об'ємом 5 л, заповнену киснем при тиску 1 атм, помістили 10 г кальцій карбонату. Визначте тиск у посудині після термічного розкладу солі і охолодження посудини до початкової температури. Об'ємом твердих речовин можна знехтувати.
- 8.4.38. У закриту сталеву посудину при тиску 200 атм помістили 240 моль суміші, що містить метан та карбон діоксид. Кількості речовин компонентів суміші відносяться як 1:5. Визначте молярний склад утвореної суміші і тиск у посудині в момент, коли прореагує 40% метану, а температура буде приведена до початкової.
- 8.4.39. Купрум (II) нітрат масою 37,6 г прожарили в закритій посудині об'ємом 2 л. Початковий тиск у посудині становив 1 атм. Визначте тиск у посудині після закінчення реакції і охолодження посудини до початкової температури (25°C). Об'ємом твердих речовин можна знехтувати.
- 8.4.40. У закриту посудину об'ємом 1,12  $\text{дм}^3$  помістили 3,31 г плюмбум (II) нітрату і прожарили. Початковий тиск у посудині становив 2 атм. Визначте тиск у посудині після закінчення реакції і охолодження посудини до початкової температури (25°C). Об'ємом твердих речовин можна знехтувати.
- 8.4.41. У закритій посудині об'ємом 10 л, заповненій киснем (тиск 1 атм), спалили фосфор, одержаний із 31 г кальцій фосфату. Визначте тиск у посудині після закінчення реакції та охолодження посудини до початкової температури (0°C).

## Розділ 8

## Група 5

### I РІВЕНЬ

- 8.5.1. Приготували 2  $\text{м}^3$  (н.у.) еквімолярної суміші метану та карбон діоксиду і привели до умов реакції. Ступінь перетворення метану 15%. Визначте об'ємні частки компонентів в утвореній суміші (%) після приведення її до початкових умов.

- 8.5.2.** При пропусканні стехіометричної суміші водню та азоту через контактний апарат виявили, що прореагувало 12% азоту. Розрахуйте: а) ступінь перетворення водню (%); б) вміст компонентів в утвореній суміші (%).
- 8.5.3.** До чадного газу об'ємом 200 мл добавили 150 мл повітря (н.у.). Суміш привели до умов реакції. Обчисліть ступінь перетворення чадного газу (%). Об'ємна частка кисню в повітрі становить 20%.
- 8.5.4.** Під час пропускання сірководню об'ємом 5,6 л (н.у.) крізь надлишок розчину купрум (II) сульфату одержали осад масою 17,2 г. Розрахуйте ступінь поглинання (%) сірководню.
- 8.5.5.** До суміші нітроген монооксиду та нітроген діоксиду об'ємом 400 мл, у якій об'єми компонентів відносяться відповідно як 3:1, додали 400 мл повітря, об'ємна частка кисню в якому становила 20,0%. Обчисліть: а) ступінь перетворення нітроген монооксиду (%); б) об'ємні частки (%) газів в утвореній суміші; в) на скільки зменшився загальний об'єм суміші після реакції.
- 8.5.6.** Яку масу піриту, що містить 10% домішок, потрібно переробити, щоб з одержаного сірчастого газу добути 200 кг розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 98%. Ступінь перетворення сульфур діоксиду в сульфур триоксид 80%.
- 8.5.7.** Еквімолярну суміш метану і водяної пари об'ємом 30 л привели до умов реакції. Утворена суміш містить 24 л водню (н.у.). Визначте ступінь перетворення метану.
- 8.5.8.** Після пропускання над нагрітим каталізатором 10 моль еквімолярної суміші азоту та водню виявили, що не прореагувало 10% водню. Визначте: а) на скільки зменшився загальний об'єм суміші; б) об'ємну частку амоніаку (%) в утвореній суміші.
- 8.5.9.** Стехіометричну суміш метану та водяної пари піддали конверсії. В утвореній суміші виявили 20% метану за об'ємом. Обчисліть ступінь перетворення метану (%).

## II РІВЕНЬ

- 8.5.10.** 500 л суміші метану та водяної пари, у якій об'єми компонентів відносились як 2:3, піддали конверсії. Ступінь перетворення метану становить 10%. Розрахуйте об'ємні частки (%) компонентів утвореної суміші після закінчення реакції і приведення газової суміші до початкових умов.
- 8.5.11.** Еквімолярну суміш водню та азоту об'ємом 200 мл пропустили над нагрітим каталізатором. Після завершення реакції та приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм став на 60 мл меншим від об'єму вихідної суміші. Обчисліть ступінь перетворення азоту (%).
- 8.5.12.** Суміш однакових об'ємів метану та карбон діоксиду піддали конверсії. Об'єм газової суміші після закінчення процесу та приведення су-

міші до початкових умов збільшився на 50%. Розрахуйте ступінь перетворення метану (%).

- 8.5.13.** Змішали 20 л метану та 20 л карбон діоксиду і привели до умов реакції. Утворену суміш привели до початкових умов. Виявилось, що її об'єм на 30% більший за об'єм вихідної суміші. Обчисліть: а) ступінь перетворення метану; б) об'ємний склад (%) утвореної суміші газів.
- 8.5.14.** В апарат для окиснення  $\text{SO}_2$  ввели 200 м<sup>3</sup> повітря, в якому містились домішки сірчастого газу, об'ємна частка яких становила 20,0%. Визначте об'ємний склад утвореної суміші (%), якщо відомо, що прореагувало 90%  $\text{SO}_2$  і всі продукти перебувають в газуватому стані.
- 8.5.15.** Суміш метану та карбон діоксиду, у якій об'єми компонентів відносяться як 1:4, привели до умов реакції. Визначте об'ємний склад (%) утвореної газової суміші після приведення до початкових умов. Відомо, що прореагувало 1/4 частина метану.
- 8.5.16.** Суміш однакових об'ємів метану та водяної пари піддали конверсії. Об'єм газової суміші після приведення до початкових умов збільшився в 1,6 разу. Обчисліть ступінь перетворення (%) метану.
- 8.5.17.** Еквімолярну суміш сульфур діоксиду та кисню об'ємом 400 мл, що має температуру 100°C, привели до умов реакції. Після завершення реакції та приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм склав 360 мл. Обчисліть: а) ступінь перетворення сульфур діоксиду (%); б) об'ємні частки (%) компонентів в утвореній суміші.
- 8.5.18.** Після змішування 140 дм<sup>3</sup> суміші нітроген монооксиду та азоту з 100 дм<sup>3</sup> повітря одержали газову суміш об'ємом 220 дм<sup>3</sup>, об'ємна частка азоту в якій склала 72,73%. Обчисліть: а) ступінь перетворення нітроген монооксиду (%); б) об'ємну частку нітроген монооксиду (%) в утвореній суміші. Об'ємна частка кисню в повітрі становить 20%.
- 8.5.19.** Змішали 4 л амоніаку та 2 л хлороводню при кімнатній температурі. Обчисліть об'ємний склад газової суміші в момент, коли прореагувало 80% хлороводню. Тиск і температура підтримувались постійними. Визначте ступінь перетворення амоніаку (%) в цей момент.

## III РІВЕНЬ

- 8.5.20.** До 150 мл суміші карбон монооксиду з карбон діоксидом додали кисень об'ємом 50 мл і підпалили. У результаті реакції загальний об'єм газів зменшився на 25%. Утворену газову суміш пропустили крізь надлишок розчину барій гідроксиду. Об'єм газу, що не поглинувся лугом, склав 30 мл. Усі виміри об'ємів проводили за однакових умов. Визначте: а) об'ємний склад початкової суміші (%); б) ступінь перетворення чадного газу (%).
- 8.5.21.** Через апарат для одержання водню пропустили суміш чадного газу та водяної пари, у якій об'єми компонентів відносились як 2:5. В утворе-

ній суміші об'ємна частка чадного газу склала 10%. Обчисліть ступінь перетворення (%) чадного газу.

- 8.5.22. Через апарат для добування водню пропустили 112 л еквімолярної суміші чадного газу та водяної пари. Обчисліть ступінь перетворення чадного газу (%), якщо відомо, що при пропусканні одержаної газової суміші крізь розчин гашеного вапна одержали 1 моль кальцій карбонату та 0,5 моль кальцій гідрогенкарбонату.
- 8.5.23. Суміш двох об'ємів хлору та трьох об'ємів водню освітили розсіяним світлом. Через деякий час об'ємна частка хлору в суміші зменшилась на 10%. Визначте: а) ступінь перетворення хлору (%); б) об'ємну частку (%) HCl в утвореній суміші.
- 8.5.24. 300 м<sup>3</sup> суміші метану та водяної пари, у якій об'єми компонентів відносяться як 1:2, привели до умов реакції. Після закінчення реакції і приведення утвореної суміші до початкових умов виявили, що об'ємна частка метану в ній становить 15,8%. Визначте ступінь перетворення метану (%).

## Розділ 9. НЕСТАНДАРТНІ ЗАДАЧІ

### І РІВЕНЬ

- 9.1. Визначте відношення кількостей речовин кальцій карбонату та кальцій гідроксиду, якщо після їхнього повного розкладання маса твердого залишку на 37,5% менша, ніж маса вихідної суміші.
- 9.2. Ступінь перетворення карбон діоксиду в реакції його відновлення вуглецем становить 10%. Визначте об'ємну частку (%) кожного компоненту утвореної суміші.
- 9.3. Маса твердого залишку, одержаного при неповному термічному розкладі кальцій карбонату на 35,2% менша, ніж маса солі. Визначте масові частки (%) речовин в одержаній суміші речовин.
- 9.4. При пропусканні повітря через озонатор його об'єм зменшився на 4%. Визначте об'ємні частки компонентів утвореної суміші газів (%).
- 9.5. Як повинні відноситись кількості речовин калій нітрату та магній карбонату, щоб після змішування і прожарювання їхня маса зменшилась в 1,725 разу?
- 9.6. Відомо, що при пропусканні стехіометричної суміші азоту і водню через контактний апарат прореагувала 1/10 частина вихідного об'єму азоту. Розрахуйте об'ємні частки компонентів (%) в утвореній газовій суміші. Виміри об'ємів проводились за однакових умов.
- 9.7. При зневодненні кристалогідрату натрій сульфату (IV) його маса зменшилась у 2 рази. Яка формула кристалогідрату?
- 9.8. Як повинні відноситись кількості речовин амоній хлориду та ферум (III) гідроксиду, щоб після змішування і повного прожарювання маса залишку виявилась в 1,67 разу меншою за масу вихідної суміші?
- 9.9. При проходженні суміші однакових об'ємів кисню та сульфур діоксиду над каталізатором при температурі 400°C в реакцію вступила половина заданого об'єму сульфур діоксиду. Розрахуйте об'ємні частки (%) речовин в утвореній газовій суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
- 9.10. Порошок цинку при нагріванні на повітрі частково окиснився, при цьому його маса збільшилась на 20%. Визначте співвідношення кількості речовини металу, що не прореагував, до кількості речовини цинк оксиду, яка утворилась.
- 9.11. Визначте формулу кристалогідрату манган (II) хлориду, якщо відомо, що після його прожарювання маса одержаного сухого залишку склала 63,63% від маси кристалогідрату.
- 9.12. Визначте відношення кількостей речовин розчиненої речовини та розчинника у водному розчині сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20%.
- 9.13. При пропусканні хлору над нагрітим порошком заліза одержали суміш твердих речовин, маса якої виявилась на 95,09% більшою за вихідну масу металу. Обчисліть масові частки речовин (%) в одержаній суміші.
- 9.14. Визначте відносну густину за гелієм суміші, що складається з однакових об'ємів водню та карбон діоксиду.
- 9.15. При нагріванні порошку магнію в атмосфері хлору його маса збільшилась у 2,8 разу. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаній твердій суміші.
- 9.16. Розрахуйте об'ємну частку (%) озону в суміші його з киснем, якщо в результаті розкладання озону об'єм суміші збільшився на 7%.
- 9.17. При повному спалюванні певної кількості алкану маса одержаного карбон діоксиду виявилась у 3,034 разу більшою за масу використаного вуглеводню. Визначте формулу речовини.
- 9.18. Після прожарювання на повітрі мідного порошку його маса збільшилась на 1/7 від початкової маси. Визначте масову частку міді (%) в одержаній суміші речовин.
- 9.19. При нагріванні водного розчину метафосфатної кислоти утворюється ортофосфатна кислота. Розрахуйте масову частку метафосфатної кислоти (%) у розчині, при нагрівання якого одержали розчин ортофосфатної кислоти з масовою часткою речовини 19,6%.
- 9.20. Як повинні відноситись маси двох наважок срібла, щоб при внесенні однієї в розчин концентрованої сульфатної кислоти, а іншої в розчин розбавленої нітратної кислоти одержати однакові об'єми газів?

- 9.21. Визначте, який відсоток від вихідної маси становитиме твердий залишок, що утвориться при повному розкладанні натрій гідрогенкарбонату.
- 9.22. Як повинні відноситись маси магній карбонату та цинк карбонату, щоб після змішування і прожарювання масові частки металів в одержаній суміші виявились однаковими?
- 9.23. При доливанні до розчину, що містив натрій хлорид та цинк хлорид надлишку розчину аргентум нітрату, утворився осад, маса якого виявилась на 130% більшою за масу розчинених речовин у вихідному розчині. Як відносились маси натрій хлориду та цинк хлориду у вихідному розчині?

## II РІВЕНЬ

- 9.24. Суміш однакових об'ємів метану та водяної пари привели до умов реакції. Відомо, що ступінь перетворення метану в цій реакції 10%. Визначте: а) об'ємні частки (%) компонентів в утвореній газовій суміші; б) масові частки (%) компонентів в утвореній газовій суміші.
- 9.25. Суміш однакових об'ємів метану та водяної пари привели до умов реакції. Через деякий час тиск у посудині збільшився на 20%. Розрахуйте ступінь конверсії метану.
- 9.26. Визначте формулу речовини А, що є гомологом ацетилену, яка, прореагувавши з амоніачним розчином аргентум нітрату, утворила осад, маса якого виявилась більшою за масу речовини А в 3,67 разу.
- 9.27. Насичений первинний амін прореагував з хлороводнем. Маса утвореного продукту виявилась в 1,81 разу більшою за масу аміну, що прореагував. Визначте формулу аміну.
- 9.28. При нейтралізації двохосновної насиченої карбонової кислоти розчином калій гідроксиду одержали сіль, маса якої виявилась в 1,73 разу більшою за масу кислоти. Визначте формулу кислоти.
- 9.29. Суміш однакових об'ємів метану та вуглекислого газу піддали конверсії. Об'єм утвореної газової суміші збільшився в 1,5 разу. Розрахуйте ступінь конверсії метану (%).
- 9.30. Приготували дві наважки однакової маси, що містять магній та силіцій. Першу розчинили в хлоридній кислоті, а другу — у розчині калій гідроксиду. Об'єми газів, що виділились, відносяться між собою як 2:3. Обчисліть масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- 9.31. Суміш кальцій карбонату та амоній карбонату піддали повному термічному розкладу. Маса твердого залишку виявилась у 3,3 разу меншою за масу вихідної суміші солей. Обчисліть масові частки (%) компонентів у вихідній суміші.

9.32. Спалили суміш однакових об'ємів пропену та кисню при температурі 130°C в закритій посудині. Вихідний тиск становив 1 атм. Збільшився чи зменшився тиск у посудині і на скільки відсотків, якщо температура не змінилась?

9.33. У водному розчині етанолу масова частка Оксигену становить 0,6. Розрахуйте масову частку (%) спирту в розчині.

9.34. Ферум (II) сульфід, що містить домішки металічного заліза, розчинили в надлишку хлоридної кислоти. При цьому виділились два гази, об'єми яких відносились як 7:1. Визначте масову частку металічного заліза (%) у вихідному препараті.

9.35. У контактному апараті для окиснення сульфур діоксиду міститься суміш повітря із сульфур діоксидом. Об'ємна частка сульфур діоксиду в суміші складає 15%. Визначте об'ємний склад (%) газової суміші, що вийде з контактного апарату, якщо сульфур діоксид повністю окисниться. Виміри проводяться за однакових умов, а всі речовини перебувають у газовій фазі.

9.36. Суміш однакових об'ємів метану та карбон діоксиду привели до умов реакції. У процесі реакції 15% метану розклалось з утворенням сажі та водню, а решта перетворилось у синтез-газ (суміш CO та H<sub>2</sub>). Визначте об'ємний склад (%) утвореної газової суміші.

9.37. У апарат для окиснення сульфур діоксиду помістили стехіометричну суміш сульфур діоксиду та кисню. Розрахуйте об'ємні частки (%) компонентів утвореної трьохкомпонентної суміші, якщо відомо, що прореагувало лише 70% об'єму вихідних газів. Виміри проводились за однакових умов.

9.38. Після повного термічного розкладу суміші, що містила безводні купрум (II) нітрат та плюмбум (II) нітрат, маса твердого залишку виявилась у 2 рази меншою за масу вихідної суміші. Визначте масові частки солей (%) у вихідній суміші.

9.39. При гідролізі невідомої органічної речовини у присутності луку отримали етанол, маса якого склала 62% від маси невідомої органічної речовини. Визначте формулу речовини.

9.40. Суміш, що містила цинк та цинк нітрат, прожарили на повітрі. Після охолодження утвореної суміші виявилось, що її маса дорівнює масі вихідної суміші. Розрахуйте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.

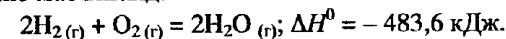
## III РІВЕНЬ

9.41. У скільки разів кількість речовини води в розчині, одержаному при нейтралізації розчину калій гідроксиду з масовою часткою луку 0,3 розчином нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 0,4, буде більшою за кількість речовини утвореної солі?

- 9.42. Визначте об'ємну частку метану (%) в суміші, що складалась із ацетилену, метану та повітря, якщо об'єми компонентів вихідної суміші були підібрані таким чином, що вуглеводні повністю згоріли в кисні, що входив до складу повітря. Об'ємна частка ацетилену в суміші становила 5%, а кисню в повітрі — 21%.
- 9.43. Розрахуйте масову частку солі в розчині, одержаному при нейтралізації хлоридної кислоти з масовою часткою речовини 0,2 розчином калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%.
- 9.44. Визначте масову частку нітратної кислоти (%) в розчині, одержаному при розчиненні міді в надлишку розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 17,8%, якщо після закінчення реакції масові частки кислоти та солі стали однаковими.
- 9.45. На суміш, що містить магній фосфід та алюміній карбід, подіяли надлишком води. Одержали газоподібну суміш, в якій об'єми речовин відносяться як 4 : 3. Визначте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- 9.46. Ацетилен можна добути при розкладі метану. Обчисліть ступінь перетворення метану, якщо відомо, що одержана газова суміш містить 20% ацетилену за об'ємом.
- 9.47. При повному гідруванні суміші метану та ацетилену її густина за воднем збільшилась на 0,3. Розрахуйте об'ємну частку (%) метану у вихідній суміші вуглеводнів.
- 9.48. У розчин сульфатної кислоти помістили стехіометричну кількість речовини алюмінію. В результаті реакції одержали розчин алюміній сульфату з масовою часткою солі 15%. Визначте масову частку кислоти (%) у вихідному розчині.
- 9.49. Певну масу вуглецю розчинили в сульфатній кислоті з масовою часткою речовини 98%. У результаті цього масова частка кислоти зменшилась на 20%. У скільки разів маса вуглецю, який розчинили, менша за масу вихідного розчину кислоти?
- 9.50. Еквімолярну суміш алюмінію та алюміній оксиду помістили у хлоридну кислоту, яка містила стехіометричну кількість речовини хлороводню. В результаті реакції одержали розчин з масовою часткою солі 13,35%. Визначте масову частку (%) кислоти у вихідному розчині.
- 9.51. Визначте масову частку сульфатної кислоти в розчині, який містить однакову кількість атомів Гідрогену і Оксигену.
- 9.52. Масова частка Нітрогену в еквімолярній суміші амоній нітрату, амоній карбонату та амонійної солі ортофосфатної кислоти становить 24,05%. Визначте формулу амонійної солі ортофосфатної кислоти.

## Розділ 10. ТЕРМОХІМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Хімічні реакції можуть проходити як з виділенням теплоти (екзотермічні реакції), так і з поглинанням теплоти (ендотермічні реакції). Кількість теплоти, яка виділяється чи поглинається, називається тепловим ефектом реакції і позначається  $\Delta H$ . Тепловий ефект реакції залежить від температури і тиску. Якщо всі продукти реакції та вихідні речовини перебувають у стандартному стані ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $p = 101,3 \text{ кПа}$ ), то  $\Delta H$  називають стандартним тепловим ефектом реакції і позначають  $\Delta H^0$ . Рівняння реакції, в якому вказано тепловий ефект, називають термохімічним рівнянням реакції. У таких рівняннях коефіцієнти біля формул означають число молів відповідних речовин і тому можуть бути дробовими числами. Тепловий ефект реакції записується після хімічного рівняння і відділяється від нього крапкою з комою. Значення  $\Delta H$  стоїть того числа молів речовин, яке зазначено рівнянням реакції. У термохімічних рівняннях також зазначається стан речовин: кристалічний (к), рідкий (р), газуватий (г). Під час екзотермічних процесів значення  $\Delta H$  від'ємне, а під час ендотермічних — додатне. Наприклад, термохімічне рівняння реакції горіння водню має вигляд:



Наведене термохімічне рівняння вказує, що дана реакція є екзотермічною і при спалюванні 2-х молів водню в 1 моль кисню виділяється 483,6 кДж теплоти.

Теплота утворення (кДж/моль) — це тепловий ефект реакції утворення одного моль речовини зі стійких простих речовин при тиску 101,3 кПа і температурі 298 К. Тепловий ефект реакції утворення стійких простих речовин за стандартних умов приймається рівним нулю.

У 1840 р. Г. І. Гесс відкрив важливий закон термохімії: **тепловий ефект реакції залежить від стану вихідних речовин і кінцевих продуктів, але не залежить від проміжних стадій реакції.**

Із закону Гесса витікає, що тепловий ефект реакції ( $\Delta H^0$ ) дорівнює різниці сум теплових ефектів реакцій утворення кінцевих продуктів реакції ( $\Delta H^0_{\text{кін.}}$ ) і вихідних речовин ( $\Delta H^0_{\text{вих.}}$ ):

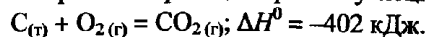
$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{кін.}} - \sum \Delta H^0_{\text{вих.}}$$

Теплота згоряння — це кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні палива. Теплота згоряння, віднесена до одиниці маси (кг), або об'єму ( $\text{м}^3$ ), називається питомою теплотою згоряння палива.

### І РІВЕНЬ

- 10.1. При взаємодії 9,18 л (н.у.) хлору з надлишком водню виділилось 75 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції. Розрахуйте значення теплоти утворення хлороводню.

10.2. Термохімічне рівняння реакції горіння вуглецю:



Обчисліть: а) кількість теплоти, яка виділиться при спалюванні 0,5 кг вугілля, масова частка Карбону в якому становить 99%; б) масу вуглецю, який згорів, якщо при цьому виділилось 2000 кДж теплоти.

10.3. Теплота утворення амоніаку становить  $-46$  кДж/моль. Скільки теплоти виділиться при взаємодії 80 л водню (н.у.) з надлишком азоту?

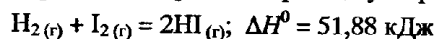
10.4. Визначте теплоту утворення цинк оксиду, якщо відомо, що при взаємодії 5,6 л (н.у.) кисню з надлишком цинку виділилось 175,3 кДж теплоти.

10.5. При спалюванні 8,86 г алюмінію виділилось 275 кДж тепла. Визначте теплоту утворення алюміній оксиду.

10.6. При добуванні кальцій оксиду масою 44,76 г із простих речовин виділилось 508,0 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції окиснення кальцію.

10.7. Скільки теплоти виділиться при взаємодії алюмінію масою 5,4 г з надлишком кисню, якщо теплота утворення його оксиду становить  $-1650$  кДж/моль?

10.8. Термохімічне рівняння реакції утворення гідроген йодиду:



Розрахуйте: а) скільки теплоти поглинеться під час взаємодії йоду масою 60 г з надлишком водню; б) теплоту утворення гідроген йодиду.

10.9. При спалюванні сірки одержали 11,2 л сульфур діоксиду (н.у.). При цьому виділилось 148,5 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння реакції окиснення сірки.

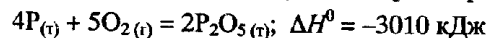
10.10. При окисненні магнію одержали 20,27 г магній оксиду. При цьому виділилось 305 кДж теплоти. а) складіть термохімічне рівняння реакції; б) визначте теплоту утворення магній оксиду; в) розрахуйте кількість теплоти, яка виділиться при окисненні магнію масою 0,02 кг.

10.11. Скільки теплоти виділиться при взаємодії 1,12 л фтору (н.у.) з надлишковою кількістю водню, якщо відомо, що теплота утворення гідроген фториду становить  $-150$  кДж/моль?

10.12. Розрахуйте об'єм сірководню, який утворився при взаємодії сірки та водню, якщо при цьому виділилось 108 кДж теплоти. Теплота утворення сірководню становить  $-20,9$  кДж/моль.

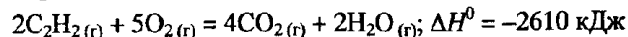
10.13. Скільки теплоти виділиться під час вибуху 9 моль гримучої суміші, якщо теплота утворення газоподібної води складає  $-241,8$  кДж/моль?

10.14. Термохімічне рівняння реакції горіння фосфору:



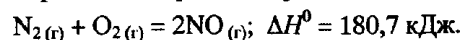
Визначте: а) масу фосфору, який згорів, якщо виділилось 1000 кДж теплоти; б) скільки теплоти виділиться при взаємодії фосфору з 10 л (н.у.) кисню; в) теплоту утворення фосфор (V) оксиду.

10.15. Термохімічне рівняння реакції горіння ацетилену:



Скільки теплоти виділиться при спалюванні: а) 4 л (н.у.) ацетилену; б) 2,5 моль ацетилену; в) 0,12 кг  $C_2H_2$ ?

10.16. Термохімічне рівняння реакції окиснення азоту:



Розрахуйте теплоту, яка поглинулась при утворенні 5,6 л (н.у.) нітроген (II) оксиду.

10.17. При спалюванні магнію масою 30 г виділилось 751,5 кДж теплоти.

а) складіть термохімічне рівняння реакції горіння магнію; б) розрахуйте масу магній оксиду, яка утворилась при реакції окиснення магнію, якщо при цьому виділилось 1500 кДж теплоти.

10.18. При розкладі 24,4 г кальцій карбонату поглинулось 35,4 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння реакції розкладу кальцій карбонату.

## II РІВЕНЬ

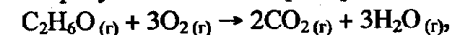
10.19. У кисні спалили еквімолярну суміш алюмінію та цинку масою 18,4 г. Розрахуйте, скільки теплоти при цьому виділилось. Теплоти утворення алюміній оксиду та цинк оксиду становлять відповідно  $-1675,7$  кДж/моль та  $-350,6$  кДж/моль.

10.20. Розрахуйте тепловий ефект реакції горіння пропану  $C_3H_8$ , якщо теплоти утворення пропану, карбон діоксиду та води становлять відповідно  $-103,8$  кДж/моль,  $-393,3$  кДж/моль та  $-286,2$  кДж/моль.

10.21. Теплоти утворення карбон діоксиду та карбон монооксиду становлять відповідно  $-393,3$  кДж/моль та  $-110,4$  кДж/моль. Скільки теплоти виділиться при спалюванні 112 л (н.у.) карбон монооксиду?

10.22. Скільки теплоти виділиться при спалюванні 1,5 м<sup>3</sup> ацетилену  $C_2H_2$ , взятого за нормальних умов? Теплоти утворення карбон діоксиду, водяної пари та ацетилену становлять відповідно  $-393,3$  кДж/моль,  $-286,2$  кДж/моль та  $-226,8$  кДж/моль.

10.23. Розрахуйте тепловий ефект реакції, що описується рівнянням



якщо теплоти утворення  $C_2H_6O$ ,  $CO_2$  та  $H_2O$  становлять відповідно  $-277$  кДж/моль,  $-393,3$  кДж/моль та  $-286,2$  кДж/моль.

10.24. Обчисліть теплоту утворення фосфор (V) оксиду, якщо відоме термохімічне рівняння реакції  $2PH_3(r) + 4O_2(r) = P_2O_5(r) + 3H_2O(r); \Delta H^0 = -2400$  кДж, а теплоти утворення  $PH_3$  та води становлять відповідно 5,4 кДж/моль та  $-286,2$  кДж/моль.

10.25. Тепловий ефект реакції горіння етену становить  $-1400$  кДж. Скільки літрів етену  $C_2H_4$ , виміряного за нормальних умов, потрібно спалити, щоб одержати 140 кДж теплоти?



- 10.26. Розрахуйте питому теплоту згоряння етену, якщо відоме термохімічне рівняння реакції:  
 $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g); \Delta H^0 = -1411,3 \text{ кДж}$ .
- 10.27. Розрахуйте питому теплоту згоряння етану за рівнянням:  
 $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g); \Delta H^0 = -3120 \text{ кДж}$ .  
 Скільки теплоти виділиться, якщо спалити 600 г етану?
- 10.28. Розрахуйте тепловий ефект реакції відновлення ферум (III) оксиду алюмінієм, якщо теплоти утворення ферум (III) оксиду та алюміній оксиду становлять відповідно  $-821,5 \text{ кДж/моль}$  та  $-1675,7 \text{ кДж/моль}$ . Скільки теплоти виділилось, якщо відновилось 2,5 моль заліза?
- 10.29. Теплота утворення ферум (III) оксиду становить  $-821,3 \text{ кДж/моль}$ . Скільки теплоти виділилось при спалюванні в чистому кисні заліза, якщо утворилось: а) 80 г ферум (III) оксиду; б) 4,5 моль ферум (III) оксиду?

### III РІВЕНЬ

- 10.30. Розрахуйте теплоту утворення хром (III) оксиду, якщо відомо, що при відновленні 5,33 г цього оксиду коксом виділився карбон монооксид і при цьому поглинулось 28,38 кДж теплоти. Теплота утворення карбон монооксиду становить  $-110,4 \text{ кДж/моль}$ .
- 10.31. Розрахуйте тепловий ефект реакції  $2C(g) + O_2(g) = 2CO(g)$ , якщо відомі такі термохімічні рівняння реакцій:  $C(g) + O_2(g) = CO_2(g); \Delta H^0 = -393,3 \text{ кДж}$ ,  
 $CO_2(g) + C(g) = 2CO(g); \Delta H^0 = 172,42 \text{ кДж}$ .
- 10.32. Розрахуйте, скільки теплоти поглинулось при утворенні 0,25 моль нітроген монооксиду, згідно з рівнянням реакції  $N_2(g) + O_2(g) = 2NO(g)$ , якщо відомі такі термохімічні рівняння реакцій:  
 $2NO(g) + O_2(g) = 2NO_2(g); \Delta H^0 = -112,94 \text{ кДж}$ ,  
 $N_2(g) + 2O_2(g) = 2NO_2(g); \Delta H^0 = 67,64 \text{ кДж}$ .
- 10.33. Розрахуйте теплоту утворення метану  $CH_4$ , якщо відомі такі термохімічні рівняння реакцій:  
 $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g); \Delta H^0 = -890,3 \text{ кДж}$ ,  
 $C(g) + O_2(g) = CO_2(g); \Delta H^0 = -393,3 \text{ кДж}$ ,  
 $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(g); \Delta H^0 = -286,2 \text{ кДж}$ .
- 10.34. Розрахуйте теплоту утворення ферум (II) оксиду, якщо відомо, що при взаємодії 120 г ферум (II) оксиду з карбон монооксидом виділилось 30 кДж теплоти, а при спалюванні 10 л (н.у.) чадного газу виділилось 126,3 кДж теплоти.
- 10.35. При окисненні певного об'єму суміші, що містила нітроген монооксид та карбон діоксид, виділилось 28,25 кДж теплоти. При пропусканні такого

ж об'єму вихідної суміші газів крізь надлишок вапняної води випало 25 г осаду. Розрахуйте: а) об'єм вихідної суміші газів; б) об'ємні частки (%) компонентів вихідної суміші. Термохімічне рівняння реакції окиснення нітроген монооксиду:  $NO(g) + 1/2O_2(g) = NO_2(g); \Delta H^0 = -56,5 \text{ кДж}$ .

- 10.36. Скільки теплоти виділиться при спалюванні 40 л (н.у.) еквімолярної суміші метану та чадного газу? Теплоти утворення речовин, що беруть участь у реакції, становлять:  
 $\Delta H^0_{CH_4} = -74,9 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta H^0_{CO} = -110,5 \text{ кДж/моль}$ ,  
 $\Delta H^0_{CO_2} = -393,3 \text{ кДж/моль}$ ,  $\Delta H^0_{H_2O} = -286,2 \text{ кДж/моль}$ .
- 10.37. Спалили 241,4 г суміші метанолу з етанолом. Кількості речовин компонентів суміші відносились відповідно як 3:1. Теплоти утворення метанолу, етанолу, карбон діоксиду та води становлять відповідно  $-239,3 \text{ кДж/моль}$ ,  $-277,0 \text{ кДж/моль}$ ,  $-393,3 \text{ кДж/моль}$  та  $-286,2 \text{ кДж/моль}$ . Скільки теплоти при цьому виділилось?
- 10.38. Теплоти розчинення безводного купрум (II) сульфату та мідного купоросу при  $18^\circ\text{C}$  становлять відповідно  $-66,5 \text{ кДж/моль}$  та  $-11,7 \text{ кДж/моль}$ . Розрахуйте теплоту утворення мідного купоросу з купрум (II) сульфату.

## Розділ 11. ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

1. Під швидкістю хімічної реакції розуміють зміну концентрації однієї з реагуючих речовин за одиницю часу за незмінного об'єму системи.

Для реакції, що описується рівнянням  $aA + bB = dD$ , (I) можна записати  $v = \frac{|\Delta C(A)|}{a\Delta t} = \frac{|\Delta C(B)|}{b\Delta t} = \frac{\Delta C(D)}{d\Delta t}$ , де  $a, b, d$  — стехіометричні коефіцієнти;  $\Delta C$  — зміна концентрації (в моль/л) певного компонента реакції (A, B, D) за проміжок часу  $\Delta t$ . Одиниця вимірювання швидкості реакції — моль/л·с.

Швидкість реакції весь час змінюється, тому розраховують середнє значення швидкості.

2. Згідно із законом діючих мас для реакцій, що відбуваються внаслідок попарних зіткнень молекул, швидкість хімічної реакції прямо пропорційна добутку концентрацій реагуючих речовин. Тоді для реакції (I) можна записати кінетичне рівняння:

$$v = kC^a(A) \cdot C^b(B),$$

де  $C(A)$  та  $C(B)$  — молярні концентрації речовин A та B;  $a, b$  — стехіометричні коефіцієнти в хімічному рівнянні;  $k$  — константа швидкості.

У гетерогенних реакціях у кінетичне рівняння для визначення швидкості реакції входять концентрації тих речовин, які перебувають у газовій фазі або в розчині.

3. Швидкість хімічної реакції при збільшенні температури зростає. Згідно з правилом Вант-Гоффа, підвищення температури на кожні 10°C призводить до зростання швидкості реакції у 2–4 рази. Математично ця залежність

описується формулою  $v_2 = v_1 \gamma^{10 \frac{t_2 - t_1}{10}}$ , де  $v_1$ ,  $v_2$  — швидкості реакції при значеннях температури  $t_1$  та  $t_2$ ,  $\gamma$  — температурний коефіцієнт реакції, який показує, у скільки разів збільшується швидкість даної реакції з підвищенням температури на 10°C.

4. Реакції, що за однакових умов протікають у протилежних напрямках, називають оборотними. Стан реакції, у якому швидкості прямої та зворотної реакції однакові, називається *хімічною рівновагою*. Концентрації компонентів реакції у стані рівноваги називаються рівноважними і позначаються квадратними дужками.

Стан хімічної рівноваги характеризується *константою рівноваги*. Наприклад, для реакції, що описується рівнянням  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{r})$ , констан-

та рівноваги має вираз:  $K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$

5. Принцип зміщення рівноваги (принцип Ле Шательє): якщо умови, за яких система перебуває в рівновазі, змінити, то рівновага зміститься в напрямку процесів, які протидіють цій зміні. Підвищення тиску зумовить зміщення рівноваги в бік реакції, унаслідок якої утвориться менший об'єм газів. Підвищення температури завжди сприяє перебігу реакції з поглинанням тепла (ендотермічного процесу). Збільшення концентрації вихідних речовин призводить до зміщення рівноваги в бік їхнього використання.

## І РІВЕНЬ

- 11.1.** У скільки разів збільшиться швидкість реакції  $3\text{A}(\text{r}) + \text{B}(\text{r}) = 2\text{D}(\text{r})$ , що відбувається в закритій посудині, якщо збільшити тиск у 3 рази?
- 11.2.** У скільки разів зросте швидкість хімічної реакції при підвищенні температури з 20°C до 70°C, якщо температурний коефіцієнт реакції дорівнює 3?
- 11.3.** У скільки разів збільшиться швидкість реакції  $\text{CO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) = \text{COCl}_2(\text{r})$ , якщо концентрації вихідних речовин збільшити у 2 рази?
- 11.4.** У скільки разів потрібно збільшити тиск у системі  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{I}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{r})$ , щоб швидкість утворення HI збільшилась у 25 разів?

- 11.5.** У скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції  $\text{A}_2(\text{r}) + 2\text{B}(\text{r}) \rightarrow 2\text{AB}(\text{r})$ , що відбувається в закритій посудині, якщо тиск збільшити у 5 разів?
- 11.6.** У скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції при підвищенні температури з 30°C до 60°C, якщо температурний коефіцієнт реакції дорівнює 2.
- 11.7.** Як зміниться стан рівноваги в наведених реакціях при підвищенні тиску:  
 а)  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{r})$ ; б)  $2\text{CO}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{r})$ ;  
 в)  $\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{r})$ ; г)  $\text{N}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{r})$ ;  
 д)  $\text{PCl}_3(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{r})$ ; е)  $\text{CO}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{r}) + \text{H}_2(\text{r})$ .
- 11.8.** Реакція при температурі 50°C триває 200 секунд. Температурний коефіцієнт реакції дорівнює 2. Скільки часу триватиме ця реакція при 70°C?
- 11.9.** При охолодженні реакційної суміші з 80°C до 50°C швидкість хімічної реакції зменшилась у 27 разів. Визначте температурний коефіцієнт реакції.
- 11.10.** На скільки градусів потрібно підвищити температуру газоподібної суміші, щоб швидкість реакції між її компонентами збільшилась у 125 разів? Температурний коефіцієнт реакції дорівнює 5.
- 11.11.** У скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції при підвищенні температури з 10°C до 40°C, якщо температурний коефіцієнт реакції дорівнює 3?
- 11.12.** У скільки разів збільшиться чи зменшиться швидкість реакції  $3\text{A}(\text{r}) + 2\text{B}(\text{r}) \rightarrow 2\text{C}(\text{r})$ , якщо об'єм реакційної суміші зменшити у 3 рази?
- 11.13.** Як зміниться стан рівноваги при збільшенні температури для реакцій, що описуються такими рівняннями:  
 а)  $2\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{r})$ ;  $\Delta H < 0$ ; б)  $\text{CO}_2(\text{r}) + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{r})$ ;  $\Delta H > 0$ ;  
 в)  $\text{N}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{r})$ ;  $\Delta H > 0$ ; г)  $2\text{NO}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{r})$ ;  $\Delta H < 0$ ?
- 11.14.** У скільки разів зменшиться швидкість прямої реакції  $2\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{r})$ , якщо при постійній температурі тиск газової суміші зменшити в 4 рази?
- 11.15.** У скільки разів збільшиться швидкість реакції взаємодії чадного газу з хлором, якщо концентрацію чадного газу збільшити у 3 рази, а концентрацію хлору в 4 рази? Рівняння хімічної реакції:  
 $\text{CO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) = \text{COCl}_2(\text{r})$ .
- 11.16.** Визначте для яких реакцій зміна тиску не вплине на рівновагу:  
 а)  $\text{H}_2(\text{r}) + \text{S}(\text{r}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{r})$ ; б)  $\text{N}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{r})$ ;  
 в)  $2\text{NO}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{r})$ ; г)  $\text{A}(\text{r}) + 2\text{B}(\text{r}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{r})$ ;  
 д)  $2\text{SO}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{r})$ .

## II РІВЕНЬ

- 11.17.** При температурі 40°C реакція триває 13 хвилин. Температурний коефіцієнт реакції дорівнює 3. Скільки часу триватиме ця реакція при температурі 60°C?
- 11.18.** У скільки разів збільшиться чи зменшиться швидкість реакції  $A_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow C_{(г)}$ , якщо замість кисню використати такий же об'єм повітря?
- 11.19.** Початкова концентрація хлору в реакції  $H_{2(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftharpoons 2HCl_{(г)}$  становить 1,6 моль/л. У скільки разів зменшиться концентрація цієї речовини через 10 хвилин, якщо середня швидкість реакції становить 0,1 моль/л·хв.
- 11.20.** У системі  $CO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightarrow COCl_{2(г)}$  концентрацію чадного газу збільшили з 1,2 моль/л до 1,5 моль/л, а хлору — з 1,2 моль/л до 2 моль/л. У скільки разів збільшилась при цьому швидкість реакції?
- 11.21.** Концентрації речовин А та В в реакції, що описується рівнянням  $A_{(г)} + 2B_{(г)} \rightarrow C_{(г)}$ , відповідно становлять 0,5 моль/л та 0,7 моль/л. У скільки разів зросте швидкість реакції, якщо тиск у системі збільшити у 3 рази?
- 11.22.** На скільки градусів потрібно підвищити температуру в системі, щоб швидкість реакції збільшилась у: а) 81 раз ( $\gamma = 3$ ); б) 243 рази ( $\gamma = 3$ ); в) 64 рази ( $\gamma = 4$ )?
- 11.23.** При 40°C реакція триває 4 хвилини. Температурний коефіцієнт реакції становить 3. Скільки хвилин буде тривати ця реакція при температурі 10°C?
- 11.24.** При температурі 40°C реакція  $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow C_{(г)}$  триває 20 хвилин, а при температурі 60°C — 75 секунд. Обчисліть температурний коефіцієнт реакції.
- 11.25.** У скільки разів потрібно підвищити тиск системи, щоб швидкість реакції утворення  $SO_3$  за рівнянням  $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} \rightleftharpoons 2SO_{3(г)}$  зросла в 1000 разів?
- 11.26.** Початкова концентрація речовини А в реакції  $A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow 2M_{(г)}$  дорівнює 2,4 моль/л, а швидкість реакції становить 0,02 моль/л·сек. У скільки разів зменшиться концентрація речовини А через 0,8 хвилини?
- 11.27.** На скільки градусів потрібно підвищити температуру, щоб швидкість реакції збільшилась у 2,25 разу? Температурний коефіцієнт реакції становить 1,5.
- 11.28.** Швидкість реакції при 10°C становить 2 моль/л·сек. Температурний коефіцієнт реакції становить 3. Обчисліть швидкість реакції при температурі 40°C.
- 11.29.** У момент рівноваги реакції синтезу амоніаку:  $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \rightleftharpoons 2NH_{3(г)}$  концентрації речовин мали такі значення: азоту 0,5 моль/л, водню 1,5 моль/л та амоніаку 1 моль/л. Розрахуйте вихідні концентрації речовин-реагентів.
- 11.30.** Розрахуйте константу рівноваги реакції розкладу нітроген діоксиду, що описується рівнянням:  $2NO_{2(г)} \rightleftharpoons 2NO_{(г)} + O_{2(г)}$ , якщо у стані рівноваги концентрації нітроген діоксиду та нітроген монооксиду становили відповідно 0,06 моль/л та 0,24 моль/л. Визначте вихідну концентрацію  $NO_2$ .
- 11.31.** Рівновага реакції  $H_{2(г)} + I_{2(г)} \rightleftharpoons 2HI_{(г)}$  встановилась при таких концентраціях речовин:  $[H_2] = 0,4$  моль/л,  $[I_2] = 0,5$  моль/л,  $[HI] = 0,9$  моль/л. Розрахуйте: а) константу рівноваги; б) вихідні концентрації водню та йоду.
- 11.32.** Вихідні концентрації азоту та водню в суміші для одержання амоніаку становили відповідно 4 та 10 моль/л. У момент рівноваги прореагувало 25% азоту. Розрахуйте: а) рівноважні концентрації азоту, водню та амоніаку; б) константу рівноваги.
- 11.33.** Рівновага реакції  $2NO_{(г)} + O_{2(г)} \rightleftharpoons 2NO_{2(г)}$  встановилась при таких концентраціях реагуючих речовин:  $[NO] = 3$  моль/л,  $[O_2] = 4$  моль/л,  $[NO_2] = 2$  моль/л. У скільки разів збільшиться чи зменшиться швидкість прямої та оборотної реакції, якщо зменшити об'єм, що займають гази, у 2 рази?
- 11.34.** Константа рівноваги реакції  $CO_{(г)} + H_2O_{(г)} \rightleftharpoons CO_{2(г)} + H_{2(г)}$  дорівнює 0,51. У реакцію вступило по 3 моль вихідних речовин. Розрахуйте концентрації речовин, що міститимуться в рівноважній суміші.
- 11.35.** Реакція між речовинами А та В виражається рівнянням  $A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons C_{(г)} + 2D_{(г)}$ . Змішали по 1 моль речовин А, В, С та D. Після встановлення рівноваги в суміші виявили 1,8 моль речовини С. Розрахуйте значення константи рівноваги.
- 11.36.** Реакція відбувається згідно з рівнянням реакції  $A_{(г)} + 2B_{(г)} = 2D_{(г)}$ . Початкова концентрація речовин А та В становить відповідно 2 моль/л та 1,8 моль/л. Через деякий час концентрація речовини А зменшилась на 20%. Якою в цей час була концентрація речовини В? У скільки разів при цьому зменшилась швидкість реакції?
- 11.37.** Як зміниться рівновага реакції  $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ , якщо до рівноважної суміші, що містить по 1,5 моль всіх речовин, додати по 0,5 моль вихідних речовин? У скільки разів зросте швидкість прямої реакції?

- 11.38. У скільки разів потрібно збільшити концентрацію речовини А в реакції  $3A_{(r)} + B_{(r)} \rightarrow 2D_{(r)}$ , щоб її швидкість збільшилась у 125 разів?
- 11.39. Обчисліть рівноважні концентрації речовин в реакції  $2A_{(r)} + 3B_{(r)} \rightleftharpoons A_2B_3_{(r)}$ , якщо вихідні концентрації речовин А та В становлять відповідно 0,5 моль/л та 0,8 моль/л, а рівноважна концентрація речовини  $A_2B_3$  становить 0,2 моль/л. Обчисліть значення константи рівноваги.
- 11.40. Константа рівноваги для реакції  $A_{(r)} + B_{(r)} \rightleftharpoons C_{(r)} + D_{(r)}$  дорівнює 1. Вихідна концентрація речовини А становить 2 моль/л, а речовини В — 1,2 моль/л. Визначте, скільки прореагувало речовини А і скільки речовини В міститиметься в суміші в момент рівноваги?
- 11.41. Вихідні концентрації NO та  $Cl_2$  в системі  $2NO_{(r)} + Cl_{2(r)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(r)}$  становлять відповідно 0,5 моль/л та 0,2 моль/л. Обчисліть константу рівноваги, якщо в момент встановлення рівноваги прореагує 20% нітроген монооксиду.
- 11.42. У реактор для каталітичного окиснення нітроген монооксиду місткістю 20 л ввели 90 г NO та 100 г  $O_2$ . У скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо в реактор подати ще 20 г NO?
- 11.43. У закритій посудині відбувається реакція розкладу фосгену за рівнянням реакції  $COCl_{2(r)} \rightleftharpoons CO_{(r)} + Cl_{2(r)}$ . Вихідна концентрація фосгену 8 моль/л. Коли 40% речовини розкладлось, встановилась хімічна рівновага. Визначте: а) значення константи рівноваги; б) у скільки разів збільшився чи зменшився тиск у посудині.
- 11.44. При деякій температурі з 8 моль фосфор (V) хлориду, що міститься в закритій посудині об'ємом 40 л, розкладлось 6 моль речовини. Розрахуйте константу рівноваги для реакції, що описується рівнянням  $PCl_5_{(r)} \rightleftharpoons PCl_3_{(r)} + Cl_2_{(r)}$ .

## Розділ 12. ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

1. Реакції, що відбуваються зі зміною ступенів окиснення атомів, які входять до складу реагуючих речовин, називаються окисно-відновними.
2. Окисненням називається процес віддачі електронів атомом, молекулою чи йоном:  
 $Zn^0 - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}$ ; (I)  $Cl^- - 1e^- \rightarrow Cl^0$ ; (II)  $Fe^{2+} - 1e^- \rightarrow Fe^{3+}$ . (III)
3. Відновленням називається процес приспдання електронів атомом, молекулою або йоном:  
 $Cl^0 + 1e^- \rightarrow Cl^-$  (I);  $Fe^{3+} + 1e^- \rightarrow Fe^{2+}$  (II);  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu^0$  (III)
4. Атоми, молекули або йони, що віддають електрони, називаються відновниками. Під час реакцій вони окиснюються.

5. Атоми, молекули або йони, що приєднують електрони, називаються окисниками. Під час реакцій вони відновлюються.

6. Число електронів, які віддає відновник, дорівнює числу електронів, які приєднує окисник.

7. Усі окисно-відновні реакції можна поділити на три групи:

Міжмолекулярні	Внутрішньомолекулярні	Диспропорціонування (самоокиснення-самовідновлення)
$2SO_2 + O_2 = 2SO_3$	$2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$	$4KClO_3 = 3KClO_4 + KCl$
$2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3$	$2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$	$4Na_2SO_3 = Na_2S + 3Na_2SO_4$
Це реакції, в яких окисник та відновник містяться в різних речовинах (простих чи складних)	Це реакції, під час яких відбувається зміна ступенів окиснення атомів, що містяться в одній молекулі	Це реакції, під час яких частини атомів елемента збільшує ступінь окиснення, а частини — зменшує

8. Найбільш важливі окисники та відновники і відповідні продукти реакцій згруповані в таблиці:

Окисники	Відновники
<b>1. Прості речовини, утворені типовими неметалами:</b> $Cl_2 \rightarrow HCl$ ; $O_2 \rightarrow O^{-2}$ ; $Br_2 \rightarrow HBr$ ; $O_3 \rightarrow O^{-2}$ ; $I_2 \rightarrow HI$ <b>2. Оксигеновмісні сполуки галогенів:</b> $KClO_3 \rightarrow KCl$ ; $KClO \rightarrow KCl$ <b>3. Оксигеновмісні сполуки Сульфуру:</b> $H_2SO_4$ (конц.) $\rightarrow H_2S$ (при взаємодії з активними металами, KI); $Na_2SO_3 \rightarrow S^0$ (кисле середовище); $SO_2 \rightarrow S^0$ <b>4. Сполуки Нітрогену:</b> $HNO_3$ (конц.) $\rightarrow NO_2$ (Cu, Hg, Ag); $HNO_3$ (розб.) $\rightarrow NO$ (Cu, Hg, Ag); $HNO_3$ (розб.) $\rightarrow N_2O, NH_3$ (з активними металами); $KNO_2 \rightarrow NO$ (кисле середовище); $NO_2 \rightarrow NO$ ; $HNO_2 \rightarrow NO$ ; $KNO_3 \rightarrow KNO_2$ (лужне середовище) <b>5. Сполуки Мангану:</b> $KMnO_4 \rightarrow MnSO_4$ (кисле середовище); $KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4$ (лужне середовище);	<b>1. Активні метали:</b> $Ca^0 \rightarrow Ca^{+2}$ ; $Na^0 \rightarrow Na^{+1}$ <b>2. Сполуки металів, що містять атоми металів з нижчими ступенями окиснення:</b> $Cr^{+2} \rightarrow Cr^{+3}$ ; $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ <b>3. Галогеноводневі кислоти та їхні солі:</b> $HCl \rightarrow Cl_2$ ; $HBr \rightarrow Br_2$ ; $KBr \rightarrow Br_2$ ; $KI \rightarrow I_2$ <b>4. Прості речовини, утворені атомами неметалів (S, C, P, H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>):</b> $C^0 \rightarrow C^{+4}$ ; $S^0 \rightarrow S^{+4}$ ; $I_2 \rightarrow HIO_3$ . $P^0 \rightarrow P^{+3}$ або $P^0 \rightarrow P^{+5}$ ; $H_2 \rightarrow H^{+1}$ . <b>5. Деякі сполуки Нітрогену та Фосфору:</b> $NH_3 \rightarrow N_2$ ; $N_2H_4 \rightarrow N_2$ ; $PH_3 \rightarrow H_3PO_4$ ; $KNO_2 \rightarrow KNO_3$ ; $NH_4Cl \rightarrow N_2$ ; <b>6. Сполуки Сульфуру:</b> $H_2S \rightarrow S^0$ ; $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$ $Na_2SO_3 \rightarrow Na_2SO_4$ ; $Na_2S_2O_3 \rightarrow SO_4^{2-}$ <b>7. Сполуки Мангану:</b> $MnSO_4 \rightarrow MnO_2$ ; (нейтральне середовище) $MnSO_4 \rightarrow K_2MnO_4$ (лужне середовище);

$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$ (нейтральне середовище); $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4$ (кисле середовище); $\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$ (слаболужне середовище) <b>6.</b> Сполуки Хрому: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ (кисле середовище); $\text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cr}^{+3}$ <b>7.</b> Сполуки металів, що містять атом металу з найвищим ступенем окиснення: $\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^{+1}$ ; $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}^{+2}$ ; $\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2$ ; $\text{SnCl}_4 \rightarrow \text{SnCl}_2$ <b>8.</b> Йони благородних металів: $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}^0$ <b>9.</b> Оксиди малоактивних металів: $\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}^0$ ; $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}^0$ ; $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu}^0$ <b>10.</b> Гідрогеноксид $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	$\text{MnO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4$ (лужне середовище); $\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4$ (нейтральне середовище) <b>8.</b> Сполуки Хрому: $\text{CrCl}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$ (лужне середовище); $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ (лужне середовище) <b>9.</b> Гідроген пероксид, пероксиди: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ <b>10.</b> Органічні речовини: формальдегід, глюкоза, щавлева кислота, фенол
--	--

## МЕТОДИ СКЛАДАННЯ РІВНЯНЬ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ

### 1. Метод електронного балансу

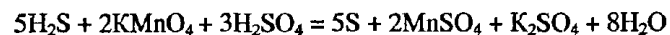
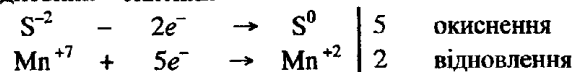
Метод ґрунтується на порівнянні ступенів окиснення атомів у вихідних речовинах та продуктах реакції.

#### Загальний хід складання рівнянь:

- записати формули речовин, що вступають у реакцію. Бажано, щоб першою була формула відновника, а наступною — окисника;
- проставити значення ступенів окиснення елементів у молекулах окисника та відновника;
- визначити, в які сполуки перейдуть відновник та окисник в результаті віддачі та приєднання електронів і записати в правій частині рівняння спочатку формули продуктів окиснення та відновлення, а потім формули інших речовин, які утворюються;
- скласти електронні схеми процесів окиснення та відновлення. Підібрати коефіцієнти в цих схемах так, щоб загальне число електронів, які віддає відновник, дорівнювало загальному числу електронів, які приєднує окисник;
- розставити коефіцієнти в молекулярному рівнянні реакції, щоб загальне число атомів кожного елемента було однаковим в лівій та правій частинах рівняння.

Наприклад:  $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

відновник окисник



### 2. Йонно-електронний метод (метод напівреакцій)

Суть методу полягає у складанні йонних рівнянь для процесів окиснення та відновлення з наступним сумуванням їх у загальне йонне рівняння. При складанні рівнянь цим методом необхідно пам'ятати кілька важливих правил:

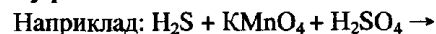
а) записувати в йонному вигляді відновник, окисник та продукти їхнього окиснення та відновлення. Сильні електроліти записують у вигляді йонів ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ), а слабкі електроліти, осадки та гази записують у вигляді молекул ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{PH}_3$ ). Органічні речовини, які є в основному неелектролітами, записують у вигляді молекул;

б) якщо вихідна речовина містить більше атомів Оксигену, ніж продукт реакції, то звільнений Оксиген у формі  $\text{O}^{2-}$  зв'язується в кислих розчинах йонами  $\text{H}^+$  у воду, а в нейтральних розчинах — у гідроксид-йони;

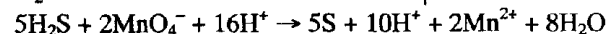
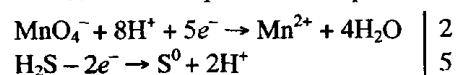
в) якщо ж вихідна речовина містить менше атомів Оксигену, ніж продукт реакції, то їхня нестача компенсується в кислих та нейтральних розчинах за рахунок молекул води, а в лужних — за рахунок гідроксид-йонів;

г) сумарне число та знак електричних зарядів у лівій та правій частині має бути однаковим;

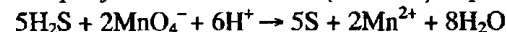
д) при сумуванні йонно-електронних рівнянь можна переносити члени рівняння з однієї сторони в іншу, додавати однакові доданки (йони) в кожну частину рівняння.



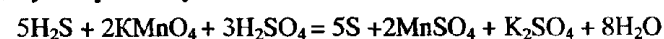
Складаємо електронно-йонні рівняння напівреакцій:



Скорочуємо подібні члени (йони  $\text{H}^+$ ) і при цьому одержуємо:



Для написання молекулярного рівняння в лівій частині до кожного катіону та аніону підбирають відповідні аніони та катіони, а потім ці ж йони в такій же кількості записують у праву частину рівняння. Після цього йони об'єднують у молекули:



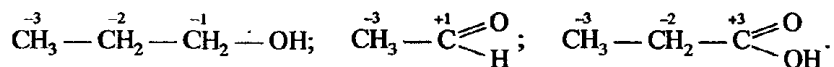
## ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ В ОРГАНІЧНІЙ ХІМІЇ

Для визначення ступенів окиснення атомів в органічних сполуках користуються такими правилами:

1. Валентні електрони у зв'язках С — Н зміщені від атома Гідрогену до атома Карбону. При цьому ступінь окиснення атома Гідрогену становить +1, а ступені окиснення атома Карбону можуть мати значення -1, -2, -3, -4 залежно від кількості атомів Гідрогену, сполучених хімічними зв'язками з даним атомом Карбону;

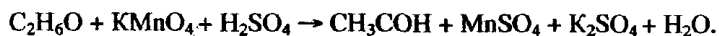
2. Якщо атоми Карбону сполучені між собою одинарними, подвійними або потрійними зв'язками, то їхній ступінь окиснення визначається лише за кількістю зв'язків з атомами Гідрогену, бо між атомами Карбону відсутнє зміщення електронної густини;

3. Визначаючи ступені окиснення в галогеновмісних, оксигеновмісних та нітрогеновмісних сполуках за молекулярною формулою, керуємось тим, що алгебраїчна сума ступенів окиснень усіх атомів, що входять у молекулу, дорівнює нулю. Ступені окиснення елементів можна розрахувати, виходячи із структурної, чи спрощеної структурної формули сполуки:



Завершувати написання окисно-відновної реакції можна методом електронного балансу або йонно-електронним методом.

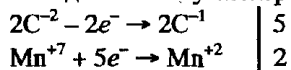
Наприклад, процес складання рівняння реакції окиснення етанолу калій перманганатом у присутності сульфатної кислоти матиме такий вигляд:



Якщо провести визначення ступенів окиснення Карбону за молекулярними формулами, одержимо:



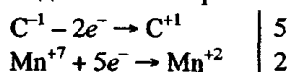
Складаємо схему електронного балансу:



Якщо ж провести визначення ступенів окиснення за структурними формулами, то очевидно, що лише 1 атом Карбону змінює ступінь окиснення:



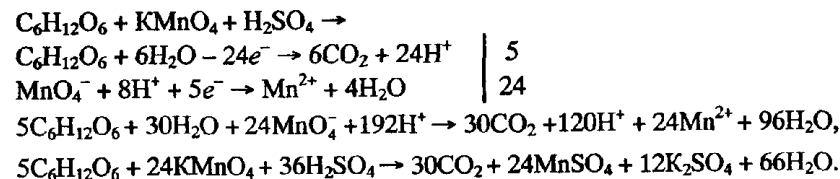
Тоді схема електронного балансу матиме вигляд:



Розставивши відповідні коефіцієнти, одержимо:



Використаємо йонно-електронний метод для розстановки коефіцієнтів у рівнянні окиснення глюкози розчином калій перманганату, попередньо підкисленим сульфатною кислотою:



### ВПРАВИ ТА ЗАДАЧІ

- 12.1. Визначте ступінь окиснення атома Хлору в кожній з наведених сполук:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KClO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ .
- 12.2. Визначте ступінь окиснення атома Мангану в кожній з наведених сполук:  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{MnS}$ ,  $\text{MnO}_2$ .
- 12.3. Який ступінь окиснення має атом Хрому в кожній з наведених сполук:  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KCrO}_2$ ?
- 12.4. Визначте ступені окиснення всіх елементів, що входять до складу таких сполук:  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{BrCl}_7$ ,  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{CO}_3$ ,  $[\text{Fe}(\text{OH})_2]\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ ,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$ ,  $[\text{Mg}(\text{OH})]_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_2$ .
- 12.5. Визначте ступінь окиснення атома Карбону в кожній сполуці:  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  $\text{C}_3\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ .
- 12.6. Розставте коефіцієнти методом електронного балансу та визначте, до якого типу окисно-відновних реакцій належить кожна з реакцій, схеми яких наведені нижче:
  - а)  $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ; г)  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ;
  - д)  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; е)  $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - є)  $\text{P} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_3$ ; ж)  $\text{Mg} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Cu}$ ;
  - з)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ; и)  $\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3$ ;
  - й)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$ ; і)  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - й)  $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; к)  $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ;
  - л)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$ ; м)  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
  - н)  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$ ;
- 12.7. Напишіть рівняння реакції взаємодії сірки з концентрованою та розбавленою нітратною кислотами. Вкажіть окисник, відновник, процеси окиснення та відновлення в кожній реакції.

12.8. Підберіть коефіцієнти методом електронного балансу для реакцій, схеми яких наведені нижче:

- а)  $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$ ;  
в)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
д)  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
е)  $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
є)  $\text{KBr} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
ж)  $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.)  $\rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
з)  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
и)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$ ;  
і)  $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

12.9. Складіть рівняння реакцій фосфору з концентрованою та розбавленою нітратною кислотами. Вкажіть окисник, відновник, процеси окиснення та відновлення в кожній реакції.

12.10. Визначте речовину А в наведених схемах окисно-відновних реакцій. Складіть схеми електронного балансу і розставте коефіцієнти.

- а)  $\text{A} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;      б)  $\text{A} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{HCl} + \text{S}$ ;  
в)  $\text{A} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ ;      г)  $\text{A} + \text{KI} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2$ ;  
д)  $\text{CuO} + \text{A} \rightarrow \text{Cu} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
е)  $\text{A} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
є)  $\text{A} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
ж)  $\text{A} + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{PbSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

12.11. Користуючись йонно-електронним методом, складіть молекулярні рівняння реакцій, якщо відомі їхні йонні рівняння:

- а)  $\text{Mn}^{2+} + \text{PbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{AsO}_4^{3-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ;  
в)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{ClO}_3^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ ;  
г)  $\text{Sn}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Sn}^{4+} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ .

12.12. Закінчіть схеми реакцій:

- а)  $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$ ;      б)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
в)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$ ;      г)  $\text{NaNO}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$ ;  
д)  $\text{KI} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      е)  $\text{KI} + \text{FeCl}_3 \rightarrow$ ;  
є)  $\text{KI} + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ ;      ж)  $\text{MnO}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
з)  $\text{KMnO}_4 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;      и)  $\text{MnSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
і)  $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$ ;      ї)  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$ ;

- й)  $\text{KI} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      к)  $\text{KI} + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
л)  $\text{HCl} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      м)  $\text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
н)  $\text{KClO}_3 + \text{KNO}_2 \rightarrow$ ;      о)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
п)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      р)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$ ;  
с)  $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;      т)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KIO}_3 \rightarrow$ ;  
у)  $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;      ф)  $\text{KI} + \text{KBrO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$ .

12.13. Гідроген пероксид може проявляти як окисні, так і відновні властивості. Визначте, які саме властивості проявляє  $\text{H}_2\text{O}_2$  в кожній з реакцій, схеми яких наведені. Користуючись йонно-електронним методом, завершіть кожну з реакцій.

- а)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      б)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
в)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      г)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;  
д)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ;      е)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$ ;  
є)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbO}_2 \rightarrow$ ;      ж)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$ .

12.14. Закінчіть схеми окисно-відновних реакцій, вважаючи, що нітратна кислота за певних умов може окиснювати атоми чи йони неметалів до кислот з найвищим ступенем окиснення неметалу:

- а)  $\text{FeS}_2 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      б)  $\text{P}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;  
в)  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      г)  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;  
д)  $\text{SnS}_2 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      е)  $\text{FeS}_2 + \text{HNO}_3$  (розб.)  $\rightarrow$ ;  
є)  $\text{CuFeS}_2 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      ж)  $\text{CuS} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;  
з)  $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      и)  $\text{PbS} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;  
і)  $\text{MoS}_2 + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$ ;      ї)  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3$  (розб.)  $+ \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ ;  
й)  $\text{CuFeS}_2 + \text{HNO}_3$  (розб.)  $\rightarrow$ ;      к)  $\text{FeAsS} + \text{HNO}_3$  (розб.)  $\rightarrow$ .

12.15. Визначте речовини А, В та D, в наведених схемах окисно-відновних реакцій. (А — відновник, В — окисник, D — речовина, що визначає середовище). Розставте коефіцієнти:

- а)  $\text{A} + \text{B} + \text{D} \rightarrow \text{I}_2 + \text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
б)  $\text{A} + \text{B} + \text{D} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$ ;  
в)  $\text{A} + \text{B} + \text{D} \rightarrow \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
г)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
д)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{KCl}$ ;  
е)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{MnBr}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
є)  $\text{A} + \text{B} + \text{D} \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{S} \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
ж)  $\text{A} + \text{B} + \text{D} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

12.16. Закінчіть наведені схеми реакцій, використовуючи для цього один із методів балансування окисно-відновних реакцій:

- а)  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow$ ;      б)  $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow$ ;

- в)  $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + \dots$  ;  
 г)  $C_3H_8O_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + \dots$  ; д)  $CH_3OH + CuO \rightarrow$  ;  
 е)  $C_3H_8O_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + \dots$  ; е)  $C_6H_6 + O_2 \rightarrow$  ;  
 ж)  $C_2H_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$  ; з)  $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$  ;  
 и)  $C_6H_5CH_3 + KMnO_4 \rightarrow$  ; і)  $CH_3 - CO - CH_3 + O_2 \rightarrow$  ;  
 ї)  $CH_3 - CO - CH_3 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3COOH + CO_2 + \dots$  ;  
 й)  $CH_3COH + HClO_2 \rightarrow \dots + HCl$  ; к)  $C_{12}H_{22}O_{11} + O_2 \rightarrow$  ;  
 л)  $C_3H_7OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$  ;  
 м)  $C_{12}H_{22}O_{11} + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$  .

- 12.17.** Яку масу калій перманганату потрібно використати для одержання ферум (III) хлориду масою 65 г? Який об'єм 1 М розчину хлороводню витратиться на реакцію з калій перманганатом?
- 12.18.** Який об'єм (н.у.) сульфур діоксиду було окиснено хлорною водою, якщо після доливання до одержаного розчину надлишку барій нітрату одержали 4,66 г осаду?
- 12.19.** При взаємодії калій дихромату, підкисленого сульфатною кислотою, із сірководнем одержали осад масою 22,4 г. Його відділили і розчинили в надлишку концентрованої сульфатної кислоти. Який газ виділився і який його об'єм? Визначте об'єм газу (н.у.), що виділиться, якщо сульфатну кислоту замінити на розбавлену нітратну.
- 12.20.** Суміш сірки та вуглецю масою 12,0 г розчинили в концентрованій сульфатній кислоті. Утворену газову суміш пропустили крізь хлорну воду. До одержаного розчину добавили надлишок розчину барій хлориду. Випав осад масою 302,9 г. Обчисліть масову частку сірки у вихідній суміші (%).
- 12.21.** На взаємодію з 50 г суміші ферум (II) сульфату та ферум (III) сульфату використали розчин калій перманганату, в якому містилось 7,9 г солі. Реакцію проводили у присутності сульфатної кислоти. Обчисліть масову частку ферум (III) сульфату в суміші (%).
- 12.22.** Суміш газів об'ємом 15,68 л (н.у.), яку одержали при дії концентрованої сульфатної кислоти на суміш міді та вуглецю, пропустили крізь надлишок водного розчину калій перманганату. При цьому утворилось 0,22 моль  $MnSO_4$  (н.у.). Визначте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 12.23.** Сульфур діоксид, одержаний при окисненні 48 г ферум дисульфід у пропустили крізь 300 мл 2 М розчину калій дихромату, до якого попередньо долили 200 мл 1,5 М розчину сульфатної кислоти. Обчисліть масу розчину барій хлориду з масовою часткою солі 0,1, яку необхідно використати для зв'язування всіх сульфат-йонів, що містяться в одержаному розчині.

- 12.24.** 204 г розчину гідроген пероксиду з масовою часткою речовини 5% підкислили розчином сульфатної кислоти. До одержаного розчину додали 100 мл 1,5 М розчину калій перманганату. Обчисліть об'єм газу (н.у.), який при цьому виділився.
- 12.25.** Обчисліть об'єм повітря (н.у.), який витратився на окиснення сірководню, якщо утворений при цьому сульфур діоксид може відновити 200 г розчиненого у воді ферум (III) сульфату до ферум (II) сульфату.
- 12.26.** З 2 кг технічного піриту одержали сульфур діоксид, при взаємодії якого з надлишком сірководню виділилось 2304 г сірки. Масова частка виходу сульфур діоксиду склала 80%. Розрахуйте масову частку  $FeS_2$  в технічному препараті (%).
- 12.27.** При дії на суміш калій хлориду і калій хлорату масою 124,5 г надлишком хлоридної кислоти виділився газ, який повністю витратився на окиснення 152,4 г ферум (II) хлориду до ферум (III) хлориду. Визначте масову частку (%) калій хлориду в суміші
- 12.28.** Визначте масу калій дихромату і об'єм хлоридної кислоти з густиною 1,2 г/см<sup>3</sup> та з масовою часткою хлороводню 36%, які потрібно використати для добування газу, що може повністю окиснити 0,2 моль натрій сульфїту.
- 12.29.** Як відносяться кількості речовин калій хлорату та калій карбонату в суміші, якщо при реакції з надлишком хлоридної кислоти утворилась газова суміш з густиною 2,57 г/л (н.у.)?
- 12.30.** Сплав алюмінію з міддю масою 50 г обробили концентрованою нітратною кислотою в якій містилась стехіометрична кількість речовини  $HNO_3$ . Газ, що виділився, був повністю витрачений на окиснення розчину сульфїтної кислоти. До одержаного розчину додали надлишок розчину барій хлориду. Випало 116,5 г нерозчинного в кислоті осаду. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.

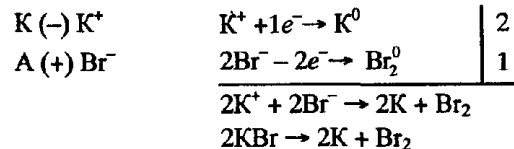
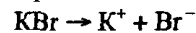
### Розділ 13.

### ЕЛЕКТРОЛІЗ

Електроліз — це окисно-відновний процес, що відбувається на електродах під час проходження постійного електричного струму крізь розчин або розплав електроліту.

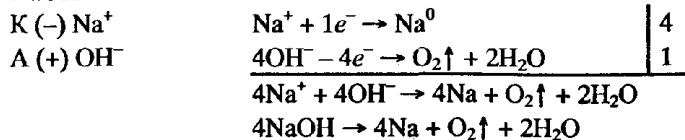
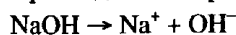
#### Електроліз розплавів

Приклад 1. Електроліз розплаву  $KBr$ .

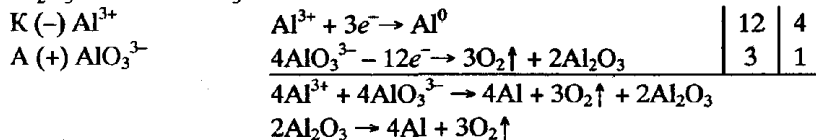
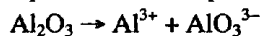




Приклад 2. Електроліз розплаву NaOH.

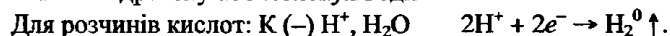


Приклад 3. Електроліз розплаву Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



**Електроліз розчинів**

**Катодні (відновні) процеси.** На катоді відбувається відновлення катіонів металів і Гідрогену або молекули води.



Для розчинів солей або лугів: К (-) Me<sup>n+</sup>, H<sub>2</sub>O. Характер відновного процесу залежить від значення стандартного електродного потенціалу металу:

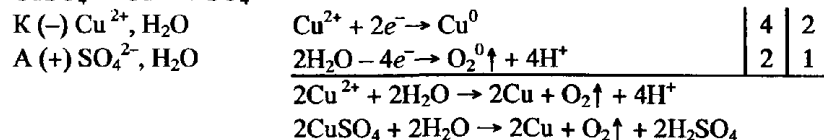
Li, Cs, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al	Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Pb	Bi, Cu, Ag, Hg, Pt, Au
Катіони цих металів не відновлюються, а відновлюються молекули води: 2H <sub>2</sub> O + 2e <sup>-</sup> → H <sub>2</sub> + 2OH <sup>-</sup>	Катіони цих металів відновлюються одночасно з молекулами води, а тому на катоді виділяється і H <sub>2</sub> , і метал	Катіони цих металів легко і повністю відновлюються на катоді

**Анодні (окисні) процеси.** При електролізі розчинів використовують розчинні та нерозчинні аноди. Нерозчинні аноди виготовляють з вуглецю чи платини, а розчинні — з цинку, міді, нікелю та інших металів.

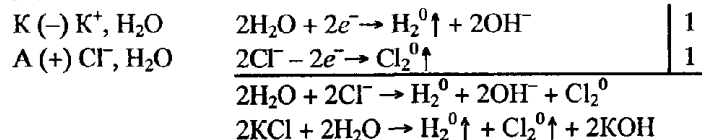
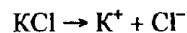
На нерозчинному аноді відбувається окиснення аніонів або молекули води.

Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CN <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
Аніони кислот, що не містять атоми Оксигену (за винятком F <sup>-</sup> ), легко окиснюються: 2Cl <sup>-</sup> - 2e <sup>-</sup> → Cl <sub>2</sub> ↑	Аніони кислот, що містять атоми Оксигену, не окиснюються, а окиснюється вода: 2H <sub>2</sub> O - 4e <sup>-</sup> → O <sub>2</sub> ↑ + 4H <sup>+</sup>

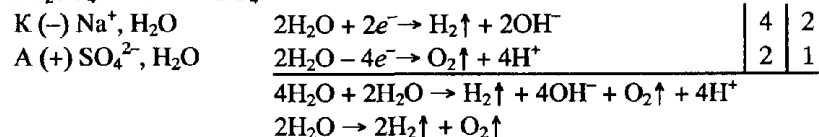
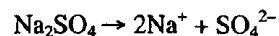
Приклад 1. Електроліз розчину CuSO<sub>4</sub>.



Приклад 2. Електроліз розчину KCl.



Приклад 3. Електроліз розчину Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

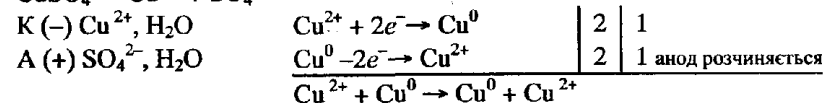


Розчинний анод під час електролізу сам піддається окисненню, тобто надсилає електрони у зовнішнє коло. При віддаванні електронів зміщується рівновага між електродом і розчином і електрод розчиняється:



Метал анода    У розчин    У зовнішнє коло

Приклад 4. Електроліз розчину CuSO<sub>4</sub> з використанням мідного аноду.



Кількісно електроліз описується двома законами Фарадея:

1. Маса речовин, що виділяються на електродах, пропорційні кількості електрики, що проходить крізь розчин електроліту.

$$Q = Fv_{\text{екв.}}, \quad Q = It, \quad v_{\text{екв.}} = \frac{m}{M_{\text{екв.}}}, \quad It = \frac{mF}{M_{\text{екв.}}},$$

де  $Q$  — кількість електрики (А·год),  $F$  — число Фарадея (26,8 А·год/моль, або 96500 Кл/моль)  $v_{\text{екв.}}$  — кількість еквівалентів речовини, що виділилась на електроді,  $I$  — сила струму (А),  $t$  — час електролізу (год),  $m$  — маса речовини, що виділилась на електроді,  $M_{\text{екв.}}$  — молярна маса еквівалентів речовини.

2. При проходженні однієї й тієї ж кількості електрики крізь розчини різних електролітів маси речовин, які виділяються на електродах, прямо пропорційні еквівалентним масам цих речовин.

$$\frac{m(X_1)}{m(X_2)} = \frac{M_{\text{екв.}}(X_1)}{M_{\text{екв.}}(X_2)}$$

Частка від ділення маси практично добутої речовини на масу речовини, яка повинна була б виділитись згідно із законами Фарадея, називають виходом за струмом ( $\eta$ ).

$$\eta = \frac{m(X)_{\text{практ.}}}{m(X)_{\text{теор.}}}$$

**Кулонометр** — це електролізер, в якому електролітом є розчин сульфату металу, з якого виготовлені електроди. При проходженні крізь кулонометр електричного струму анод розчиняється, а на катоді виділяється стільки ж металу, скільки його переходить у розчин з аноду. За масою металу, що виділяється на катоді, визначають кількість електрики, яка пройшла через кулонометр та ввімкнений послідовно з ним електролізер.

### I РІВЕНЬ

- 13.1. За який час на катоді виділиться 1,2 г металу при проходженні крізь розчин купрум (II) хлориду електричного струму силою 0,8 А?
- 13.2. Визначте силу струму, при якій за 600 с із розчину аргентум нітрату виділиться 40 г срібла.
- 13.3. За 5 годин електролізу при струмі 25 А виділилось 125 г міді. Який вихід міді (%) за струмом?
- 13.4. Якою повинна бути сила струму при електролізі розплаву магній хлориду, щоб за 4 години одержати 10 г магнію?
- 13.5. Електричний струм силою 500 мА протягом 1 години пропускали крізь електролізер з нерозчинним анодом, в якому містився розчин купрум (II) сульфату. Вважаючи, що вихід за струмом дорівнює 85%, розрахуйте: а) масу міді, яка виділиться на катоді; б) масу кислоти, що утвориться в одержаному розчині.
- 13.6. Електричний струм силою 0,2 А протягом двох годин пропускали крізь електролізер, наповнений розчином купрум (I) ціаніду (CuCN). При цьому на катоді виділилось 0,37 г міді. Визначте вихід (%) міді за струмом.
- 13.7. Яку масу алюмінію можна одержати при електролізі розплаву алюміній оксиду в криоліті, якщо протягом двох годин пропускати електричний струм силою 30 000 А? Відомо, що вихід алюмінію за струмом становить 90%.
- 13.8. При проходженні електричного струму протягом двох годин крізь розчин аргентум нітрату на катоді одержали 1,7 г металу. Визначте силу струму.

13.9. При електролізі розплаву хлориду лужного металу виділилось 5,6 л хлору та 19,5 г металу. Визначте метал та молярну масу еквівалентів металу.

13.10. При електролізі водного розчину сульфату невідомого металу на катоді одержали 16,25 г металу, а на аноді — 2,8 дм<sup>3</sup> кисню (н.у.). Визначте молярну масу еквівалентів металу.

13.11. При електролізі розплаву гідриду невідомого металу утворилось 8,75 г металу і виділилось 14 л водню (н.у.). Визначте невідомий метал.

13.12. Купрум (II) сульфат масою 150 г, що містить домішки, розчинили в 0,75 л води. При повному електролізі солі на катоді одержали 48 г металу. Розрахуйте масову частку домішок (%) у вихідній солі і масову частку солі (%) в розчині, який використали для проведення електролізу.

### II РІВЕНЬ

13.13. Електричний струм пропустили через два з'єднані послідовно електролізери, які містили розчини купрум (II) сульфату та калій йодиду. На катоді першого електролізера виділилось 6,25 г міді. Визначте масу йоду, який за цей же час виділився з розчину калій йодиду.

13.14. При пропусканні електричного струму через з'єднані послідовно мідний кулонометр і електролізер з розчином калій хлориду маса катоду кулонометра збільшилась на 2 г. Розрахуйте: а) масу калій гідроксиду, який утворився в розчині; б) об'єм хлору, що виділився на аноді за нормальних умов.

13.15. Електричний струм пропускали через срібний кулонометр і два електролізери. У результаті електролізу маса катоду кулонометра збільшилась на 10,8 г, а на анодах електролізерів виділилось відповідно 3,55 г та 0,8 г газів. Визначте, які гази виділились на електродах.

13.16. При електролізі 5 м<sup>3</sup> 4 М розчину калій хлориду виділилось 15 м<sup>3</sup> хлору (н.у.). Визначте молярні концентрації речовин в одержаному розчині (змінюю об'єму розчину можна знехтувати).

13.17. Електричний струм пропустили крізь 200 г розчину натрій хлориду з масовою часткою солі 40%. За час електролізу на аноді виділилось 10 л газу (н.у.). Визначте масові частки речовин (%), які міститимуться в утвореному розчині.

13.18. При повному електролізі солі, що містилась в 1 л водного розчину купрум (II) нітрату ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ ), на аноді виділилось 3,36 л газу (н.у.). Розрахуйте: а) масу металу, що виділився на катоді; б) масову частку солі у вихідному розчині (%).

- 13.19.** Унаслідок повного електролізу аргентум нітрату, що містився в розчині солі масою 800 г, одержали 44 г металу. Визначте: а) об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді; б) масову частку солі (%) у вихідному розчині.
- 13.20.** При пропусканні електричного струму через мідний кулонометр і розчин натрій хлориду на катоді кулонометра одержали 1,28 г міді, а в розчині утворилось 1,56 г натрій гідроксиду. Визначте вихід (%) лугу за струмом.
- 13.21.** При повному електролізі солі, що містилась у розчині натрій хлориду з масовою часткою солі 14,6% ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ), одержали 125 г натрій гідроксиду. Який об'єм розчину натрій хлориду використали?
- 13.22.** При пропусканні електричного струму крізь розчин натрій сульфату масою 300 г з масовою часткою солі 10% на катоді виділилось 50 л (н.у.) газу. Визначте: а) об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді; б) масову частку натрій сульфату в одержаному розчині (%).
- 13.23.** Крізь один літр розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 20% пропускали електричний струм, поки масова частка лугу не збільшилась в 1,4 разу. Розрахуйте маси речовин, які виділились на електродах.
- 13.24.** Купрум (II) хлорид дигідрат масою 17,1 г розчинили в 100 мл води. Крізь одержаний розчин пропускали електричний струм, поки на катоді не виділилось 4 г металу. Визначте: а) об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді; б) масову частку речовини (%), яка міститиметься в одержаному розчині.
- 13.25.** Протягом певного часу електричний струм пропускали крізь розчин калій сульфату масою 400 г з масовою часткою солі 0,2. За цей час на електродах виділилось 180 г газів. Розрахуйте: а) масову частку солі (%) в одержаному розчині; б) об'єми газів, що виділились на катоді та на аноді (н.у.).
- 13.26.** При електролізі 200 г розчину купрум (II) нітрату з масовою часткою солі 40% на катоді одержали 15 г металу. Визначте: а) масові частки речовин в одержаному розчині (%); б) ступінь виділення міді з розчину солі (%).
- 13.27.** Розрахуйте час необхідний для одержання 0,5 кг металічного натрію при електролізі розплаву натрій гідроксиду електричним струмом силою 2000 А. Вихід металу за струмом становить 40%.
- 13.28.** Мідний кулонометр сполучили послідовно з електролізером, в якому відбувається електроліз розчину цинк сульфату на вугільних електродах. За час електролізу на катоді кулонометра одержали 12,8 г міді, а

на катоді електролізера виділилось 10 г цинку. Розрахуйте вихід за струмом (%) цинку.

- 13.29.** Крізь водний розчин магній хлориду пропустили 200 А·год електрики і одержали 0,05 м<sup>3</sup> хлору (н.у.). Визначте вихід хлору (%) за струмом.

### III РІВЕНЬ

- 13.30.** При пропусканні протягом 90 хвилин електричного струму крізь водний розчин калій сульфату виділилось 15 л гримучого газу, виміряного при 20°C і тиску 180 кПа. Визначте силу струму.
- 13.31.** Провели електроліз водного розчину натрій хлориду масою 300 г з масовою часткою солі 30%. При цьому на електродах виділилось 18,25 г газів. Визначте масові частки (%) речовин в одержаному розчині.
- 13.32.** Розчин калій хлориду з масовою часткою солі 10% піддали електролізу до повного розкладу солі. Газ, що виділився на аноді, пропустили крізь розчин калій броміду. Для повного знебарвлення одержаного розчину витратили 8064 мл сульфур діоксиду (н.у.). Розрахуйте об'єм розчину калій хлориду з густиною 1,04 г/см<sup>3</sup>, що витратився на проведення електролізу.
- 13.33.** При змішуванні 27 г розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 10% та 200 мл 0,1 М розчину аргентум нітрату утворився осад, який відфільтрували, а крізь одержаний фільтрат пропустили електричний струм до повного розкладу речовин, що містились у розчині. Визначте, які речовини виділились на електродах і які їхні маси.
- 13.34.** Електричний струм пропустили крізь 400 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$ ). На аноді при цьому виділилось 30 л газу (н.у.). Розрахуйте: а) масову частку розчиненої речовини (%) в одержаному розчині; б) масу одержаного розчину, що витратиться на нейтралізацію 300 мл хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2 моль/л.
- 13.35.** Визначте об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 38% ( $\rho = 1,234 \text{ г/см}^3$ ), що витратиться на повне розчинення міді, яка утворилась при повному електролізі солі в розчині, який приготували використавши 25 г мідного купоросу.
- 13.36.** У водному розчині містились 0,1 моль меркурій (II) хлориду та 0,2 моль купрум (II) хлориду. Визначте маси речовин, що виділяться на вугільних електродах, якщо крізь розчин пропускати електричний струм силою 10 А протягом 1 години.
- 13.37.** При електролізі 2 кг розчину калій хлориду з масовою часткою солі 20% одержали 30 л хлору, виміряного при 0°C і тиску 150 кПа. Визначте масові частки речовин, які будуть міститись в одержаному розчині.

- 13.38.** Для повного виділення міді та цинку з розчину об'ємом 500 мл, де містилось 6,1 г їхніх хлоридів, крізь нього пропустили електричний струм силою 0,201 А протягом 12 годин. Визначте молярну концентрацію кожної солі у вихідному розчині.
- 13.39.** При пропусканні протягом 0,5 годин електричного струму силою 5,36 А крізь 400 мл розчину, що містить аргентум нітрат та купрум (II) нітрат, на катоді одержали 4,72 г металів. Визначте молярні концентрації солей у вихідному розчині, якщо відомо, що відбувся їхній повний електроліз.
- 13.40.** При пропусканні протягом 60 хвилин електричного струму через електролізер, що містить розчин сульфатної кислоти, виділилось 0,9 л гримучого газу, виміряного при 25°C і тиску 103,8 кПа. Визначте силу струму.
- 13.41.** Газ, що виділився на аноді при повному електролізі солі, яка містилась в розчині натрій хлориду з масовою часткою речовини 18% ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ), був поглинутий сульфідною кислотою зі стехіометричною кількістю речовини сірководню. До одержаного розчину добавили надлишок розчину аргентум нітрату. Утворилось 35,875 г осаду. Який об'єм розчину натрій хлориду було використано?
- 13.42.** При електролізі розчину натрій сульфату масою 800 г з масовою часткою солі 0,2 на катоді виділилось 50 л газу, виміряного при 30°C і тиску 140 кПа. Визначте масову частку (%) солі в одержаному розчині.
- 13.43.** При електролізі розчину кухонної солі масою 250 г з масовою часткою солі 30,0% на електродах виділилось 27,01 г газів. Визначте: а) масові частки речовин в одержаному розчині (%); б) маси речовин, які виділились на електродах.
- 13.44.** Після електролізу водного розчину калій хлориду одержали розчин із вмістом луку 15,008 г. Газ, що виділився при цьому на аноді, пропустили крізь водний розчин калій йодиду з масовою часткою солі 15% ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ). Визначте об'єм розчину калій йодиду, який витратився на повне поглинання одержаного газу.
- 13.45.** Крізь 1,5 л розчину калій гідроксиду з масовою часткою луку 5% ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ) пропустили електричний струм. Через деякий час визначили масову частку луку і виявили, що вона змінилась на 2%. Які об'єми газів виділились на електродах?
- 13.46.** Крізь водний розчин натрій сульфату масою 120 г з масовою часткою солі 10% пропускали електричний струм протягом певного часу. Газ, що виділився на катоді, пропустили над нагрітим купрум (II) оксидом. При цьому утворилось 12,96 г води. Визначте масову частку солі (%) в розчині, одержаному після припинення електролізу.

- 13.47.** При пропусканні протягом 5 годин електричного струму силою 0,2 А крізь 300 мл розчину, який містить купрум (II) нітрат та аргентум нітрат, на катоді одержали 3,15 г металів. Визначте молярні концентрації солей у вихідному розчині, вважаючи, що відбувся їхній повний електроліз.
- 13.48.** Крізь розчин масою 200 г з масовою часткою калій броміду 12% пропустили електричний струм. Через деякий час одержали бром кількістю речовини, достатньою для окиснення 1,12 г заліза. Вважаючи, що весь одержаний бром змогли повністю виділити з розчину, розрахуйте масову частку калій броміду в розчині після припинення електролізу.
- 13.49.** У розчині об'ємом 0,8 л міститься цинк хлорид кількістю речовини 0,15 моль та 29,7 г купрум (II) хлориду. Крізь розчин пропустили електричний струм силою 4 А протягом 4-х годин. Визначте: а) які речовини виділились на катоді і які їхні маси; б) молярну концентрацію речовини в одержаному розчині (змінюючи об'єм розчину можна знехтувати); в) об'єм газу, що виділився на аноді при 25°C і тиску 2 атм?
- 13.50.** При проходженні електричного струму протягом певного часу крізь розчин калій хлориду масою 2,5 кг з масовою часткою солі 20% на електродах виділилось 85 л газів, виміряних при тиску 780 мм рт. ст. і температурі 17°C. Визначте: а) масові частки (%) речовин в одержаному розчині; б) кількість електрики, яку ще потрібно пропустити, щоб повністю завершити електроліз солі.
- 13.51.** При повному електролізі купрум (II) хлориду, що містився в розчині масою 900 г, на аноді виділилось 33,6 л хлору (н.у.), а на катоді утворилось 128 г міді при виході 100%. Обчисліть: а) вихід хлору (%) за струмом; б) масову частку купрум (II) хлориду (%) у вихідному розчині; в) об'єм розчину (в л) нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 18% (густина  $1,104 \text{ г/см}^3$ ), що витратиться на повне розчинення одержаної міді.
- 13.52.** При повному електролізі розплаву хлориду двохвалентного металу на катоді виділилось 48,75 г металу. При розчиненні одержаного металу в надлишку концентрованої сульфатної кислоти виділилось 16,8 л сульфур діоксиду. Визначте: а) невідомий метал; б) масу розплаву; в) об'єм газу (н.у.), який виділиться при розчиненні одержаного при електролізі металу в надлишку розчину натрій гідроксиду.
- 13.53.** У воді розчинили 17,1 г кристалогідрату купрум (II) хлориду невідомого складу. При повному електролізі солі, що містилась в одержаному розчині, добули 6,4 г металу. Визначте формулу кристалогідрату.
- 13.54.** Електричний струм пропускали крізь розчин, що містить купрум (II) нітрату масою 470 г ( $W = 8\%$ ), до тих пір поки маса розчину не змен-

### Розділ 14. ОКСИГЕН, ГІДРОГЕН ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

#### І РІВЕНЬ

- шила на 4,17%. Розрахуйте: а) масові частки речовин (%) в одержаному розчині; б) маси речовин, які виділились на інертних електродах.
- 13.55.** Електроліз розчину аргентум нітрату масою 204 г з масовою часткою солі 0,1 проводили до тих пір, поки маса розчину не зменшилась на 9,28 г. Визначте: а) масові частки (%) речовин в одержаному розчині; б) маси речовин, які виділились на інертних електродах; в) чи вистачить 300 мл 2 М розчину нітратної кислоти на повне розчинення металу, одержаного під час електролізу.
- 13.56.** Розчин натрій хлориду із вмістом солі 200 кг піддали електролізу до повного розкладу солі. Одержану газову суміш використали для синтезу хлороводню, який розчинили у воді об'ємом 800 л. Розрахуйте масову частку кислоти в одержаному розчині (%).
- 13.57.** Калій сульфат масою 40 г розчинили у 200 мл води. Крізь одержаний розчин пропускали електричний струм до тих пір, поки масова частка солі не стала дорівнювати 25%. Розрахуйте об'єм газу, який виділився на катоді, при температурі 25°C і тиску 1,5 атм.
- 13.58.** Електричний струм пропустили через з'єднані послідовно мідний кулонометр і електролізер з розчином калій хлориду. В електролізері одержали розчин калій гідроксиду із вмістом лугу 56 г/л. За цей же час на мідному кулонометрі виділилось 20,16 г міді. Вихід лугу за струмом становив 73,6%. Визначте об'єм одержаного розчину лугу (в мл).
- 13.59.** При повному електролізі розплаву кальцій хлориду одержали 100 г металічного кальцію, при виході за струмом 70%. Визначте: а) яку кількість електрики пропустили через електролізер; б) масу вихідного кальцій хлориду; в) чи вистачить вихідного кальцій хлориду для добування хлору (н.у.), необхідного для одержання калій хлорату масою 12,25 г?
- 13.60.** В електролізері містилось 250 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 4,6% і густиною 1,05 г/см<sup>3</sup>. Після проходження електричного струму через електролізер виявили, що масова частка лугу збільшилась у 2 рази. Визначте об'єми газів, які виділились на електродах (н.у.).
- 14.1.** Який об'єм кисню (н.у.) можна одержати з калій перманганату масою 166,32 г, якщо відомо, що він містить домішки, масова частка яких становить 5%?
- 14.2.** При термічному розкладі калій хлорату одержали 5,6 л O<sub>2</sub> (н.у.). Визначте масу солі, яку розклали.
- 14.3.** Балон містить 24 кг кисню. Який об'єм займе цей газ за нормальних умов?
- 14.4.** Який об'єм води потрібно розкласти електричним струмом, щоб одержати 13,44 л кисню (н.у.)?
- 14.5.** Який об'єм кисню (н.у.) виділиться при повному розкладанні гідроген пероксиду, що міститься в 300 г його розчину з масовою часткою речовини 5%?
- 14.6.** Який об'єм повітря (н.у.) піде на спалювання 1,6 г сірки?
- 14.7.** Кисень, одержаний при електролізі 360 мл води, витратили на окиснення фосфору. Визначте масу фосфор (V) оксиду, який при цьому одержали.
- 14.8.** Який об'єм кисню (н.у.) піде на спалювання метану, що міститься в 1,00 м<sup>3</sup> природного газу? Об'ємна частка метану в природному газі становить 98%.
- 14.9.** Який газ, кисень чи озон, займає більший об'єм при однаковій масі?
- 14.10.** Яку масу калій перманганату потрібно розкласти, щоб добути кисень, необхідний для спалювання фосфору масою 3,1 г?
- 14.11.** Який об'єм кисню (н.у.) виділиться при повному термічному розкладі гідроген пероксиду масою 6,80 г?
- 14.12.** При згорянні 18 г антрациту одержали 30 л (н.у.) карбон діоксиду. Визначте масову частку вуглецю в антрациті.
- 14.13.** Яку масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 2% домішок, потрібно використати для добування кисню, необхідного для спалювання 0,32 кг сірки?
- 14.14.** Який об'єм повітря (н.у.) потрібно використати для спалювання 24 г вуглецю?
- 14.15.** Який об'єм водню (н.у.) можна одержати при розчиненні 8,1 г алюмінію в хлоридній кислоті? Чи вистачить одержаного газу для відновлення 0,3 моль хром (III) оксиду?
- 14.16.** Піддали повному термічному розкладу 39,5 г калій перманганату. Який об'єм водню (н.у.) можна окиснити одержаним киснем?

- 14.17. Суміш, що містить 300 мл водню та 100 мл кисню, виміряних за нормальних умов, привели до умов реакції, а потім охолодили до початкових умов. Який газ і в якому об'ємі залишиться?
- 14.18. Водень, одержаний при розчиненні 6,5 г цинку в хлоридній кислоті, змішали з киснем, що виділився при повному розкладі 0,2 моль гідроген пероксиду. Яку масу води можна добути з приготовленої газової суміші?
- 14.19. На відновлення цинк оксиду витратили водень, одержаний при електролізі 0,5 л води. Визначте масу одержаного цинку.
- 14.20. Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для відновлення купрум (II) оксиду, одержаного при термічному розкладі купрум (II) гідроксиду масою 19,6 г?

### II РІВЕНЬ

- 14.21. Кисень, одержаний при термічному розкладі 36,75 г калій хлорату, пропустили через озонатор. При цьому 15% газу перетворилось в озон. Розрахуйте: а) об'єм одержаної газової суміші (н.у.); б) об'ємну частку озону в одержаній суміші (%).
- 14.22. На відновлення суміші ферум (III) оксиду та цинк оксиду масою 40,1 г витратили 0,7 моль водню. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 14.23. Газ, одержаний при термічному розкладі калій нітрату масою 60,6 г, змішали з газом, одержаним при дії надлишку розчину натрій гідроксиду на цинк масою 97,5 г. Суміш привели до умов реакції. Визначте масу одержаного продукту за нормальних умов.
- 14.24. Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для відновлення металів із суміші їхніх оксидів (NiO та CuO) масою 20,7 г? Відомо, що кількості речовин оксидів у вихідній суміші відносились як 2:1.
- 14.25. Кисень об'ємом 13,44 л, виміряний при температурі 20°C і тиску 170 кПа, помістили в озонатор і привели до умов реакції. Ступінь перетворення кисню в озон становив 40%. Яку кількість речовини озону одержали?
- 14.26. Розрахуйте масу кисню, що міститься в 0,3 м<sup>3</sup> повітря (н.у.).
- 14.27. Розрахуйте масу Оксигену, що міститься у 250 мл води.
- 14.28. Об'ємна частка кисню в повітрі становить 21%. Обчисліть масову частку кисню в повітрі (%).
- 14.29. При термічному розкладанні калій перманганату масою 63,25 г утворився твердий залишок, маса якого в 1,1 разу менша за масу вихідної речовини. Обчисліть: а) масовий склад твердого залишку; б) ступінь розкладання калій перманганату (%).
- 14.30. Який об'єм займе при температурі 20°C і тиску 120 кПа кисень, що виділиться при повному розкладі гідроген пероксиду, який міститься у 250 г розчину з масовою часткою речовини 3%?

- 14.31. Приготували еквімолярну суміш кисню та озону. Розрахуйте густину одержаної суміші за повітрям (н.у.).
- 14.32. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на повне окиснення еквімолярної суміші вуглецю та сірки масою 13,2 г?
- 14.33. Використавши 136 г розчину гідроген пероксиду з масовою часткою речовини 5%, одержали кисень об'ємом 896 мл (н.у.). Розрахуйте: а) ступінь розкладання гідроген пероксиду (%); б) масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 14.34. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,285$  г/мл) з масовою часткою лугу 26% (враховуючи 30%-й надлишок) потрібно взяти для реакції з силіцієм, щоб одержаного газу вистачило для добування кальцій гідриду масою 4,2 г?
- 14.35. При повному термічному розкладанні калій хлорату масою 73,5 г одержали 13,44 л газу (н.у.). Розрахуйте масовий склад твердого залишку. Врахуйте, що розклад бертолетової солі може відбуватись за двома напрямками з утворенням різних продуктів реакції.
- 14.36. При повному термічному розкладанні калій перманганату масою 17 г одержали 1,12 л газу (н.у.). Розрахуйте масову частку домішок (%) в калій перманганаті.

### III РІВЕНЬ

- 14.37. До суміші аргону, чадного газу та водню об'ємом 600 мл (н.у.) добавили такий же об'єм кисню. Після закінчення реакції та приведення суміші до початкових умов об'єм її склав 900 мл. Після пропускання цієї суміші крізь надлишок баритової води об'єм газової суміші зменшився на 150 мл. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші (%).
- 14.38. У суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 0,15 спалили 180 дм<sup>3</sup> суміші чадного газу та водню, густина за воднем якої дорівнює 12. Який об'єм суміші озону і кисню витратили на реакцію? Усі виміри проводились за нормальних умов.
- 14.39. Кисень об'ємом 5,8 л, виміряний при температурі 17 °C і тиску 129 кПа, повністю перетворили в озон. Розрахуйте кількість речовини утвореного озону.
- 14.40. Газ, одержаний при розчиненні кальцій гідриду у воді, пропустили над розжареним ферум (II) оксидом. Маса оксиду при цьому зменшилась на 25 г. Обчисліть масу кальцій гідриду, який витратили на реакцію.
- 14.41. До 240 мл суміші (н.у.) азоту, метану та водню добавили 450 мл кисню, виміряного за нормальних умов. Суміш спалили. Утворену газову суміш привели до початкових умов. Її об'єм склав 366 мл. Цю суміш газів пропустили крізь надлишок розчину лугу, унаслідок чого об'єм зменшився до 258 мл (н.у.). Визначте об'ємний склад вихідної суміші.

- 14.42. При пропусканні 10 л повітря через озонатор виявили, що вміст кисню в повітрі зменшився порівняно з початковим на 20%. Розрахуйте об'ємний склад одержаної газової суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
- 14.43. На спалювання 90 л суміші метану та водню витратили 135 л кисню, що містив домішки озону, об'ємна частка яких становила 10%. Розрахуйте об'ємний склад вихідної суміші. Усі виміри проводились за однакових умов.
- 14.44. При розчиненні у хлоридній кислоті суміші цинку та цинк карбонату виділилось 2016 см<sup>3</sup> газу. До нього добавили 600 см<sup>3</sup> кисню. Суміш підпалили. Після конденсації водяної пари об'єм одержаної суміші склав 1608 см<sup>3</sup>. Утворена суміш газів підтримує горіння. Розрахуйте масову частку цинку у вихідній суміші (%), якщо відомо, що всі виміри об'ємів проводились за нормальних умов.
- 14.45. У закритій посудині об'ємом 750 мл (н.у.) міститься 50 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 25% ( $\rho = 1,13 \text{ г/см}^3$ ). У посудину помістили 2,5 г цинку. Розрахуйте, у скільки разів збільшився тиск у посудині після закінчення реакції.
- 14.46. Який об'єм кисню з домішками озону, об'ємна частка яких становить 20%, витратиться на спалювання 80 л газової суміші (н.у.), у складі якої є водень та кисень? Густина суміші за воднем 4.
- 14.47. Натрій нітрат масою 34 г піддали повному термічному розкладу. Одержаний газ пропустили через озонатор, при цьому 10% його за об'ємом перетворилось на озон. Визначте об'єм утвореної газової суміші.
- 14.48. При повному термічному розкладанні суміші калій хлорату, калій перманганату, калій нітрату та меркурій (II) оксиду одержали кисень об'ємом 47,04 л (н.у.). Відомо, що об'єми кисню, добути за відповідними рівняннями розкладу вихідних речовин, відносяться як 3:2:1:1. Як відносились кількості речовин компонентів вихідної суміші?
- 14.49. Суміш водню та кисню масою 10 г і густиною 1,12 г/л (н.у.) привели до умов реакції. Яка кількість теплоти виділилась при цьому?  $\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) = -285,8 \text{ кДж/моль}$ .
- 14.50. Для повного спалювання 6 л водню використали 2,9 л суміші озону і кисню. Знайдіть об'ємну частку (%) озону в суміші. Об'єми газів вимірювались за однакових умов.
- 14.51. Як повинні відноситись об'єми озону та кисню, щоб після змішування одержати суміш, що має густину за повітрям 1,324?
- 14.52. Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 4% потрібно використати для повного спалювання 1,8 моль газової суміші, що

містить кисень, водень та карбон монооксид, об'єми яких відносяться як 1:2:3?

- 14.53. Спалили 120 л (н.у.) суміші метану та чадного газу, що має густину за воднем 12,2. Для цього використали суміш озону і кисню з об'ємною часткою озону 15%. Визначте, який об'єм цієї суміші витратили на проведення реакції.
- 14.54. Суміш метану та водяної пари об'ємом 380 л (н.у.) піддали конверсії. Утворилась газова суміш об'ємом 580 л. Після конденсації водяної пари та приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм склав 500 л. Знайдіть ступінь конверсії метану (%) та об'ємний склад вихідної суміші.
- 14.55. Над сріблом масою 5 г пропустили 500 мл суміші озону та кисню, що має густину за воднем 17,5. На скільки збільшилась маса срібла?
- 14.56. В посудину об'ємом 30 л, яка заповнена за нормальних умов повітрям і воднем, помістили 50 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 36% і густиною 1,183 г/мл. Водень спалили за рахунок кисню, що містився в повітрі. У результаті поглинання хлоридною кислотою води, що утворилась, масова частка хлороводню в ній зменшилась до 33%. Визначте об'ємні частки газів у суміші до реакції і після реакції.

## Розділ 15. СУЛЬФУР ТА ЙОГО СПОЛУКИ

### І РІВЕНЬ

- 15.1. Який об'єм (н.у.) сульфур діоксиду можна одержати з 0,5 т руди, масова частка Сульфуру в якій становить 15%?
- 15.2. У піриті міститься 40% Сульфуру. Розрахуйте масову частку ферум дисульфиду в даній руді (%).
- 15.3. Яку масу сірководню можна одержати з: а) 50 г H<sub>2</sub>; б) 5,6 л H<sub>2</sub>; в) 6,4 кг S; г) 5 моль S?
- 15.4. Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) виділиться, якщо 40 г кальцій сульфату помістити в надлишок хлоридної кислоти?
- 15.5. Яка маса п्लомбум (II) сульфиду утвориться при дії надлишку сірководню на п्लомбум (II) нітрат масою 60 г з масовою часткою солі 10%?
- 15.6. Після взаємодії натрій гідроксиду, що містився в розчині масою 160 г, із сірководневою водою, в якій містилась стехіометрична кількість речовини сірководню, в одержаному розчині виявили 0,25 моль натрій сульфиду. Визначте масову частку натрій гідроксиду (%) у вихідному розчині.

- 15.7. Який об'єм (н.у.) сульфур діоксиду окиснився, якщо з одержаного сульфур триоксиду добули 23,3 г барій сульфату?
- 15.8. Визначте масу повітря, необхідного для окиснення 320 г сірки. Масова частка кисню в повітрі становить 23%.
- 15.9. Вважаючи, що в олеумі на 1 моль  $\text{SO}_3$  припадає 2 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , розрахуйте масову частку  $\text{SO}_3$  в олеумі.
- 15.10. Який об'єм сульфур діоксиду можна одержати з: а) 0,200 т  $\text{ZnS}$ ; б) 1,20 т  $\text{FeS}_2$ ; в) 0,500 т  $\text{PbS}$ ?
- 15.11. Скільки теплоти виділиться при спалюванні сірки масою 48 г, якщо відомо, що теплота утворення сульфур діоксиду становить  $-296,9$  кДж/моль?
- 15.12. Який об'єм сірководню (н.у.) можна одержати з технічного ферум (II) сульфїду масою 0,60 кг, масова частка  $\text{FeS}$  в якому 90%?
- 15.13. До розчину сульфатної кислоти масою 80 г добавили надлишок розчину барій хлориду. Випав осад масою 18 г. Визначте масову частку кислоти (%) у вихідному розчині.
- 15.14. Який об'єм (н.у.) кисню необхідно використати для спалювання сірководню, одержаного при взаємодії 44 г  $\text{FeS}$  з надлишком хлоридної кислоти?
- 15.15. Яка кількість речовини сульфатної кислоти вступила в реакцію з ферум (III) оксидом, якщо утворилось 80 г ферум (III) сульфату?
- 15.16. Розрахуйте масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 10%, яку необхідно взяти для реакції з цинком, щоб одержати стехіометричну кількість речовини водню для реакції з 6,4 г сірки?
- 15.17. Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) треба окиснити киснем, щоб одержати  $3 \cdot 10^{23}$  молекул сульфур триоксиду?
- 15.18. Який об'єм сульфур діоксиду утвориться при спалювання 25 м<sup>3</sup> сірководню в надлишку кисню? Який об'єм повітря витратиться на каталітичне окиснення одержаного  $\text{SO}_2$ ?
- 15.19. Окиснили 72 г суміші піриту та купрум (II) сульфїду, масові частки яких у суміші становили відповідно 60% і 40%. Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) при цьому виділився?
- 15.20. Чи вистачить 30 л водню (н.у.), щоб перетворити 40 г парів сірки на сірководень?
- 15.21. Який об'єм сульфур діоксиду (н.у.) можна одержати при спалюванні 10 кг вугілля, масова частка Сульфур у якому становить 2%?
- 15.22. Сірководень об'ємом 336 мл (н.у.) розчинили в 180 мл води. Розрахуйте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 15.23. Який об'єм сірчистого газу (н.у.) виділиться при взаємодії натрій сульфїту масою 3,78 г з надлишком сульфатної кислоти?
- 15.24. Визначте, який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання 13,6 г сірководню.

- 15.25. Розрахуйте об'єм сульфур діоксиду (н.у.), який необхідно пропустити крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 0,3 дм<sup>3</sup> з концентрацією речовини 1,5 моль/л, щоб одержати калій сульфїт?
- 15.26. Яка маса Сульфур міститься у 2 кг мідного купоросу?
- 15.27. Який об'єм сірчистого газу (н.у.) можна одержати з руди масою 2,500 т, масова частка Сульфур у якій становить 25%?
- 15.28. Яку масу халькопіриту ( $\text{CuFeS}_2$ ) потрібно використати для добування 2,0 м<sup>3</sup> сульфур діоксиду? Виробничі втрати сульфур діоксиду становлять 15%.
- 15.29. Повітря об'ємом 3 л (н.у.), що містить сірководень, пропустили крізь розчин йоду. У результаті маса йоду в розчині зменшилась на 0,2032 г. Яка об'ємна частка (%) сірководню в повітрі?
- 15.30. Який об'єм сірчистого газу (н.у.) можна одержати з 1 т цинкової обманки, що містить 14% домішок?
- 15.31. Розрахуйте об'єм сульфур діоксиду (н.у.), необхідний для одержання сульфур триоксиду масою 400 г.

## II РІВЕНЬ

- 15.32. В олеумі на 1 моль сульфур триоксиду припадає 1 моль сульфатної кислоти. Яка масова частка  $\text{SO}_3$  в олеумі (%)?
- 15.33. Крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 250 см<sup>3</sup> з молярною концентрацією лугу 1 моль/л пропустили 5,6 л сульфур діоксиду (н.у.). Яка сіль при цьому утворилась? Вкажіть у відповіді її формулу та масу.
- 15.34. Який об'єм сірководню (н.у.) потрібно витратити на взаємодію з 40 см<sup>3</sup> розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 6% ( $\rho = 1,044$  г/см<sup>3</sup>), щоб утворилась: а) середня сіль; б) кисла сіль?
- 15.35. Який об'єм води потрібно додати до розчину сульфатної кислоти густиною 1,801 г/см<sup>3</sup>, щоб одержати розчин кислоти масою 600 г і густиною 1,202 г/мл)?
- 15.36. Який об'єм сірчистого газу було окиснено хлорною водою, якщо після доливання до одержаного розчину надлишку розчину барій хлориду випало 2,33 г осаду?
- 15.37. Розчинність сірководню при 0°C становить 4,62 мл газу на 1 мл води. Визначте масову частку розчиненої речовини в одержаному розчині.
- 15.38. Суміш сірки та силіцію масою 2,64 г помістили в розчин концентрованої сульфатної кислоти і нагріли. Газ, що виділився, пропустили крізь розчин сірководневої кислоти, де містилась надлишкова кількість речовини сірководню. Випав жовтий осад масою 5,76 г. Яка масова частка силіцію (%) у вихідній суміші?
- 15.39. Сірку масою 9,6 г спалили, використавши для цього надлишок повітря. Одержаний газ пропустили крізь 240 мл розчину натрій гідроксиду



- ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 5%. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 15.40. Суміш натрій сульфату, натрій нітрату та натрій хлориду масою 103,2 г розчинили у воді. До розчину долили надлишок розчину барій нітрату. При цьому випало 69,9 г осаду, який відділили. До фільтрату долили надлишок розчину аргентум нітрату. Утворився осад масою 86,1 г. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 15.41. До розчину суміші нітратної та сульфатної кислот масою 200 г додали надлишок розчину барій хлориду. При цьому утворилось 46,6 г осаду, який відділили. Для нейтралізації одержаного фільтрату використали 72,63 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,285 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 30%. Розрахуйте масові частки кислот (%) у вихідному розчині.
- 15.42. Який об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,269 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 26\%$ ) потрібно взяти для реакції з 10 г магній оксиду?
- 15.43. Як із цинк оксиду одержати кристалогідрат складу  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ? Скільки грамів цинк оксиду потрібно використати для добування 11,5 г цього кристалогідрату?
- 15.44. Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 10% ( $\rho = 1,066 \text{ г/мл}$ ) використали на реакцію із залізом, якщо з одержаного розчину виділили 81,6 г кристалогідрату складу  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ?
- 15.45. Який об'єм розчину калій перманганату з концентрацією солі 0,15 моль/л, підкисленого сульфатною кислотою, потрібно використати на окиснення калій сульфіту, одержаного при пропусканні 6,72 л (н.у.) сульфур діоксиду крізь 200 мл розчину калій гідроксиду з концентрацією лугу 3,25 моль/л?
- 15.46. З 500 г насиченого при  $80^\circ\text{C}$  розчину магній сульфату при його охолодженні до  $50^\circ\text{C}$  одержали магній сульфат гексагідрат. Визначте його масу, якщо розчинність безводної солі при  $80^\circ\text{C}$  та  $50^\circ\text{C}$  становить відповідно 64,2 г та 50,4 г на 100 г води.
- 15.47. До розчину сульфатної кислоти масою 80 г з масовою часткою речовини 50% добавили олеум масою 28 г з масовою часткою сульфур триоксиду 40%. Розрахуйте об'єм розчину барій хлориду з концентрацією солі 2 моль/л, який необхідно використати для осадження всіх сульфат-йонів в одержаному розчині.
- 15.48. Досліджуючи склад олеуму, встановили, що загальний вміст сульфур триоксиду, як вільного, так і зв'язаного, становить 94%. Обчисліть масову частку (%) сульфур триоксиду в олеумі.
- 15.49. Розрахуйте масу розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 80% та масу сульфур триоксиду, які необхідно використати для добування олеуму масою 450 г з масовою часткою  $\text{SO}_3$  30%.
- 15.50. При термічному розкладі купрум (II) сульфату масою 48 г утворилось 36 г твердого залишку. Розрахуйте: а) ступінь розкладання солі (%); б) масовий склад утвореного твердого залишку.
- 15.51. Знайдіть масу сульфур триоксиду та об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 18% ( $\rho = 1,125 \text{ г/мл}$ ), які необхідно використати для приготування 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 50%.
- 15.52. На нейтралізацію олеуму масою 345 г витратили  $1,75 \text{ дм}^3$  розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,2 ( $\rho = 1,2 \text{ г/мл}$ ). Розрахуйте кількість речовини сульфур триоксиду, що припадає на 1 моль сульфатної кислоти у вихідному олеумі.
- 15.53. Яку масу натрій сульфат декагідрату потрібно додати до 250 мл розчину натрій сульфату з масовою часткою речовини 5% ( $\rho = 1,01 \text{ г/мл}$ ), щоб подвоїти масову частку солі?
- 15.54. Визначте маси сульфур триоксиду та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 0,9, необхідні для одержання 2,5 кг олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  0,2.
- 15.55. Сірководень об'ємом 3 л (н. у), розчинили в 3 л води. Розрахуйте масову частку сірководню в одержаному розчині (%).
- 15.56. Сірководень об'ємом 1,5 л (н.у.) розчинили у 300 мл води. Розрахуйте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 15.57. Обчисліть об'єм повітря (н.у.), який необхідно використати для повного окиснення 178,2 г суміші цинк сульфід та алюміній сульфід, в якій кількості речовин солей відносяться відповідно як 3:4.
- 15.58. Молярна маса сульфату невідомого металу зі ступенем окиснення +2 у 3 рази більша від молярної маси його оксиду. Визначте, який метал входив до складу сульфату.
- 15.59. Суміш натрій сульфату, натрій нітрату та натрій карбонату масою 167,2 г помістили в розчин сульфатної кислоти масою 392 г з масовою часткою кислоти 10%. При цьому виділилось 8,96 л газу (н.у.). До одержаного розчину добавили надлишок барій хлориду. Утворився осад масою 186,4 г. Визначте масовий склад вихідної суміші солей.
- 15.60. Газ, одержаний при обпалюванні 1,92 кг піриту, окиснили в контактному апараті киснем. Масова частка домішок у піриті становила 15%. Продукт реакції окиснення розчинили у 21,2 кг розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 60%. До одержаного розчину добавили надлишок розчину барій нітрату. Визначте масу осаду, що при цьому утворився.
- 15.61. До розчину сульфатної кислоти масою 2 кг і вмістом кислоти 4 моль прилили 2 л розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,100

- ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ). Визначте масовий склад одержаного розчину і масову частку солі (%) в одержаному розчині.
- 15.62. Газ, одержаний при взаємодії 12,6 г натрій сульфїту з хлоридною кислотою масою 600 г з масовою часткою HCl 20%, ввели в реакцію з іншим газом, одержаним при взаємодії 176 г ферум (II) сульфїду з надлишком хлоридної кислоти. Розрахуйте масу жовтої твердої речовини, що утворилась у результаті реакції.
- 15.63. Глауберову сіль масою 644 г розчинили у воді. При цьому одержали розчин, масова частка солі в якому 0,1. Визначте об'єм використаної води.
- 15.64. Розрахуйте масу барій хлорид дигідрату та об'єм води, які необхідно використати для виготовлення розчину барій хлориду з масовою часткою солі 40%, необхідного для осадження всіх сульфат-йонів у розчині, одержаному при розчиненні 40 г сульфур триоксиду у 200 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 20%.
- 15.65. При пропусканні повітря об'ємом 2 л (н.у.) крізь концентровану сульфатну кислоту маса її збільшилась на 0,08 г. Обчисліть масову частку водяної пари у повітрі (%).
- 15.66. При взаємодії сірководню із сульфур діоксидом утворився осад масою 51,2 г. Який об'єм сірководню прореагував (н.у.)? Визначте об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,825 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 90\%$ ), що витратиться на розчинення одержаного осаду.
- 15.67. При нагріванні вуглецю з концентрованою сульфатною кислотою (масова частка кислоти 92%) утворилась газова суміш масою 51,6 г. Визначте масу використаного розчину кислоти.
- 15.68. Склянку з розчином сульфатної кислоти ( $W = 90\%$ ) залишили на деякий час відкритою. Маса розчину при цьому збільшилась з 200 до 220 г. Густина одержаного розчину склала  $1,74 \text{ г/см}^3$ . Визначте концентрацію кислоти (моль/л) в одержаному розчині.
- 15.69. При взаємодії газу, який утворився при дії надлишку хлоридної кислоти на натрій гідрогенсульфїт, з іншим газом, який добули при дії надлишку хлоридної кислоти на ферум (II) сульфїд, одержали осад масою 144 г. Розрахуйте маси солей, використаних на добування відповідних газів.
- 15.70. Продукти повного спалювання сірководню масою 13,6 г пропустили крізь розчин натрій гідроксиду об'ємом 200 мл з концентрацією луку 2 моль/л. Яка речовина утворилась і яка її маса?
- вою часткою луку 20% ( $\rho = 1,2 \text{ г/мл}$ ). Який об'єм розчину луку витратили на добування натрій сульфїту?
- 15.72. При повному спалюванні невідомої речовини масою 20,4 г одержали 38,4 г сульфур діоксиду та 10,8 г води. Утворений газ пропустили крізь розчин натрій гідроксиду об'ємом  $150 \text{ см}^3$  з густиною  $1,28 \text{ г/см}^3$  та масовою часткою луку 25%. Визначте хімічний склад вихідної речовини та масу солі, що утворилась у розчині.
- 15.73. Сульфїд металу складу MeS масою 132 г повністю прореагував з хлоридною кислотою. Газ, що утворився об'ємом 33,6 л (н.у.), пропустили крізь розчин натрій гідроксиду об'ємом  $0,4 \text{ дм}^3$  з масовою часткою луку 25% ( $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ ). Визначте метал, що входив до складу сульфїду та маси речовин в одержаному розчині.
- 15.74. Суміш купрум (II) оксиду та міді помістили у гарячий концентрований розчин сульфатної кислоти в якому містилась стехіометрична кількість речовини кислоти. При цьому виділилось 5,6 л газу (н.у.). При доливанні до одержаного розчину надлишку барій хлориду випало 174,75 г осаду. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 15.75. Який об'єм амоніаку (н.у.) потрібно пропустити крізь розчин сульфатної кислоти із вмістом кислоти 4,90 г, щоб утворилось 5,88 г суміші амоній сульфату та амоній гідрогенсульфату?
- 15.76. Яку масу калій гідроксиду потрібно додати до 245 г розчину сульфатної кислоти ( $W = 10\%$ ), щоб утворилось 35,9 г суміші калій сульфату та калій гідрогенсульфату?
- 15.77. При пропусканні надлишку сірководню крізь розчин калій дихромату, підкислений сульфатною кислотою, утворився осад, який відділили від розчину і повністю окиснили киснем. Продукт реакції розчинили у воді й одержали 300,67 г розчину з масовою часткою кислоти 2,1%. Обчисліть: а) об'єм кисню (н.у.), який витратили на окиснення осаду; б) масу калій дихромату, що містився у вихідному розчині солі.
- 15.78. Яку масу олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  30% потрібно додати до 200 мл розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 15% ( $\rho = 1,14 \text{ г/мл}$ ), щоб збільшити масову частку кислоти у 2,5 разу?
- 15.79. При обпалюванні сульфїду металу зі ступенем окиснення +2 масою 76,8 г виділився газ, який повністю витратили на знебарвлення водного розчину калій перманганату, де містилось 50,56 г солі. Визначте формулу сульфїду металу. Який об'єм сірководню, виміряний при температурі  $25^\circ\text{C}$  і тиску 1,2 атм, можна одержати з вихідної маси сульфїду металу?
- 15.80. При окисненні на повітрі 9,7 г бінарної сполуки утворилось 8,1 г розчинного в лузі оксиду. Масова частка металу в оксиді становить 80,2%.

### III РІВЕНЬ

- 15.71. Натрій сульфїт, необхідний для реакції з підкисленим сульфатною кислотою розчином калій дихромату із вмістом солі 41,16 г, одержали при пропусканні сульфур діоксиду крізь розчин натрій гідроксиду з масо-

Крім оксиду утворився ще газ з густиною за воднем 32. Утворений газ може знебарвити розчин бромної води, що містить 16 г броду. Встановіть формулу вихідної сполуки.

- 15.81. При нагріванні сірчаного ангідриду утворилась газова суміш з густиною за воднем 35,36. Визначте ступінь розкладу вихідної речовини (%).
- 15.82. Калій сульфат масою 60 г розчинили у воді об'ємом 240 мл. Крізь одержаний розчин певний час пропускали електричний струм. Після припинення пропускання струму масова частка солі в розчині склала 30%. Обчисліть об'єми газів, які виділились на електродах при температурі 20°C і тиску 101325 Па.
- 15.83. Газ, одержаний при взаємодії міді масою 6,4 г з надлишком концентрованої сульфатної кислоти, пропустили крізь розчин натрій дихромату із вмістом речовини 0,2 моль, попередньо підкислений сульфатною кислотою. Обчисліть масу солі Хрому, яка утворилась у процесі відновлення натрій дихромату.
- 15.84. Яку масу олеуму з масовою часткою сульфур триоксиду 40%, потрібно додати до 1,125 дм<sup>3</sup> розчину сульфатної кислоти з масовою часткою кислоти 30% ( $\rho = 1,218 \text{ г/см}^3$ ), щоб збільшити масову частку кислоти у 2 рази?
- 15.85. Із сталі масою 170 г, що містить ферум (II) сульфід, одержали сірководень на поглинання якого витратили 38,59 г розчину плюмбум (II) нітрату з масовою часткою солі 10%. Визначте масову частку Сульфуру в сталі, якщо він весь був перетворений у сірководень.

## Розділ 16.

## ГАЛОГЕНИ

### I РІВЕНЬ

- 16.1. Який об'єм хлору (н.у.) витратиться на окиснення 11,2 г заліза?
- 16.2. Який об'єм хлороводню (н.у.) виділиться при взаємодії надлишку концентрованої сульфатної кислоти та кухонної солі масою 400 г, масова частка натрій хлориду в якій становить 95%?
- 16.3. На суміш натрій хлориду та кальцій сульфату масою 10 г подіяли надлишком концентрованої сульфатної кислоти. При цьому виділилось 1,344 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 16.4. Визначте масу броду, який утвориться, якщо крізь насичений розчин натрій броміду пропустити 28 л (н.у.) хлору.
- 16.5. Визначте масу осаду, який утвориться при доливанні хлоридної кислоти об'ємом 200 мл з концентрацією хлороводню 2 моль/л, до 300 мл розчину аргентум нітрату з концентрацією солі 0,5 моль/л.

- 16.6. Який об'єм хлороводню (н.у.) потрібно пропустити крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 200 мл з масовою часткою лугу 10% ( $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ ), щоб розчин став нейтральним?
- 16.7. Хлоридну кислоту масою 400 г нейтралізували розчином натрій гідроксиду. Утворилось 46,8 г солі. Визначте масову частку хлороводню (%) у вихідному розчині.
- 16.8. Яку масу ферум (II) хлориду можна окиснити хлором об'ємом 45 л (н.у.)?
- 16.9. Визначте масу хлору об'ємом 39,87 л (н.у.). Скільки молекул та атомів міститься в даному об'ємі газу?
- 16.10. Еквімолярну суміш водню та хлору об'ємом 10 л привели до умов реакції. Визначте об'єм продукту, якщо вихід його становить 90% від теоретичного. Виміри проводились за нормальних умов.
- 16.11. Розрахуйте масу води, в якій при 20°C можна розчинити 180 г калій хлориду, в якому міститься 20% нерозчинних домішок. Розчинність калій хлориду при цій температурі становить 34 г на 100 г води.
- 16.12. Для розчинення суміші цинк оксиду та металічного цинку масою 8 г витратили 70 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,12. Визначте масову частку металічного цинку (%) у вихідній суміші.
- 16.13. Суміш натрій хлориду та натрій йодиду масою 5,4 г розчинили у воді. В одержаний розчин ввели надлишок хлору. При легкому нагріванні розчину з нього виділили йод і, продовжуючи нагрівання, одержали твердий залишок масою 3,627 г. Обчисліть масову частку натрій йодиду (%) у вихідній суміші.
- 16.14. Визначте масу хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 0,2, яку можна одержати з 336 л (н.у.) водню та 336 л хлору (н.у.).
- 16.15. У воду об'ємом 2 л долили 200 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 26%. Розрахуйте: а) масову частку хлороводню (%) в одержаному розчині; б) молярну концентрацію кислоти в одержаному розчині ( $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$ ); в) об'єм утвореного розчину, який витратиться на розчинення натрій гідрогенкарбонату масою 8,4 г?
- 16.16. Продукт, одержаний при взаємодії 10 л водню (н.у.) та 28 г хлору, розчинили у воді об'ємом 200 мл. Розрахуйте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 16.17. При температурі 100°C приготували 1300 г насиченого розчину калій хлориду. Розчинність солі при даній температурі становить 56,7 г на 100 г води. Визначте: а) масову частку солі (%) в насиченому розчині; б) масу розчину аргентум нітрату з масовою часткою солі 20%, необхідну для повного осадження всіх йонів хлору у вихідному розчині калій хлориду?

## П Р І В Е Н Ь

- 16.18. Як повинні відноситись об'єми розчинів (з точністю до цілих) натрій гідроксиду та хлоридної кислоти, що містять відповідно 4 г/л та 12 г/л речовин, щоб після змішування відбулась повна нейтралізація?
- 16.19. При взаємодії надлишку хлоридної кислоти з сумішшю цинку та цинк карбонату масою 63 г утворилось 13,44 л (н.у.) суміші газів. Визначте: а) масову частку (%) цинку у вихідній суміші; б) масу осаду, який утвориться при пропусканні одержаної газової суміші крізь баритову воду об'ємом 300 мл з концентрацією луку 1,5 моль/л.
- 16.20. Суміш натрій хлориду та калій хлориду масою 40,70 г обробили надлишком концентрованої сульфатної кислоти і нагріли. При цьому одержали 13,44 л газу (н.у.). Розрахуйте масові частки солей у вихідній суміші (%).
- 16.21. У воді об'ємом 0,5 л розчинили 0,4 г калій хлориду, 15 г натрій хлориду та 1,8 г магній хлориду. Скільки грамів хлорид-іонів міститься у 100 мл води?
- 16.22. Суміш натрій броміду та натрій хлориду масою 11 г розчинили у воді. Масова частка натрій броміду в суміші становила 95%. Крізь приготовлений розчин пропустили 1 л хлору (н.у.). Які солі будуть міститись в одержаному розчині і які їхні маси?
- 16.23. Який об'єм хлору (н.у.) потрібно використати для витіснення йоду з калій йодиду, що міститься в розчині солі масою 0,5 кг з масовою часткою калій йодиду 4%?
- 16.24. До розчину цинк хлориду масою 120 г, що містить 3,40 г солі, додали розчин аргентум нітрату масою 80 г із вмістом солі 7,48 г. Обчисліть масові частки (%) речовин в одержаному розчині після відділення осаду, що утворився.
- 16.25. Хлороводень об'ємом 250 л (н.у.) розчинили в 1 дм<sup>3</sup> води. Визначте: а) масову частку речовини в одержаному розчині (%); б) яку реакцію середовища буде мати розчин, якщо до нього додати 9 моль натрій гідроксиду.
- 16.26. У розчин, де містилось 12,6 г суміші калій хлориду та натрій хлориду, прилили розчин, де містилось 0,3 моль аргентум нітрату. Одержаний осад відфільтрували, а у фільтрат помістили мідну пластинку. Прореагувало 3,84 г міді. Визначте масовий склад вихідної суміші солей.
- 16.27. У склянку, в якій містилось 300 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%, помістили цинкову пластинку. Коли її вийняли, то виявилось, що її маса зменшилась на 9,75 г. Яка масова частка кислоти (%) в одержаному розчині?
- 16.28. При електролізі розчину калій хлориду масою 6 кг з масовою часткою солі 30% на аноді одержали 50 л газу, виміряного при температурі 10°C і тиску 130 кПа. Розрахуйте масові частки (%) речовин в одержаному розчині.
- 16.29. Визначте масу піролюзиту, масова частка манган (IV) оксиду в якому становить 80%, та об'єм хлоридної кислоти ( $W = 0,2$ ,  $\rho = 1,1$  г/мл), які потрібно використати для добування хлору масою 14,2 кг. Вихід продукту становить 85%.
- 16.30. Які маси червоного фосфору та калій хлорату були використані для добування фосфор (V) оксиду, якщо відомо, що при розчиненні цього оксиду у 200 г розчину ортофосфатної кислоти ( $W = 10\%$ ) масова частка кислоти збільшилась на 4%.
- 16.31. Газ, що утворився на аноді при електролізі водного розчину натрій хлориду, прореагував з калій бромідом, що містився у 535,5 г розчину з масовою часткою солі 20%. Визначте масу луку, що утворився під час електролізу.
- 16.32. Хлор, одержаний при повному електролізі 400 мл 2 М розчину натрій хлориду, пропустили крізь гарячий розчин натрій гідроксиду об'ємом 600 мл (густина 1,225 г/мл) з масовою часткою луку 20 %. Розрахуйте масові частки речовин в одержаному розчині (%).
- 16.33. При електролізі 3 кг розчину калій хлориду з масовою часткою солі 20% на аноді одержали газ, об'єм якого при 15°C і тиску 110 кПа становив 40 дм<sup>3</sup>. Визначте масові частки речовин в одержаному розчині (%).
- 16.34. У хлоридну кислоту, одержану при розчиненні 1,64 моль хлороводню у 240,14 мл води, помістили цинкову пластинку. Через деякий час її вийняли. Виявилось, що її маса зменшилась на 13 г. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаному розчині.
- 16.35. Газову суміш, що містить водень, хлор та кисень, привели до умов реакції. Одержані речовини охолодили до 0°C. Відомо, що необхідні компоненти газової суміші одержали: а) при взаємодії 759 г натрію з надлишком води; б) при розчиненні 130,5 г манган (IV) оксиду в надлишку хлоридної кислоти; в) при повному термічному розкладі 2370 г калій перманганату. Визначте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 16.36. При взаємодії манган (IV) оксиду масою 34,8 г з надлишком хлоридної кислоти вихід хлору становив 90%. У якому об'ємі води (у літрах) потрібно розчинити одержаний хлор, щоб утворився насичений при 0°C розчин? Розчинність хлору у воді при 0°C становить 4,61 об'єму газу на один об'єм води.

### III РІВЕНЬ

- 16.37.** У хлоридну кислоту помістили магнієву пластинку. Після завершення реакції одержали розчин з масовою часткою солі 18%. Обчисліть масову частку (%) хлороводню у вихідному розчині.
- 16.38.** Для повної нейтралізації 50 г розчину, в якому містились хлоридна та сульфатна кислоти, витратили 2000 мл 0,2 М розчину калій гідроксиду. Якщо до половини вихідного розчину додати надлишок розчину аргентум нітрату, то утвориться 7,175 г аргентум хлориду. Розрахуйте масові частки кислот (%) у вихідному розчині.
- 16.39.** Суміш натрій нітрату, натрій йодиду та натрій хлориду масою 6 г розчинили у воді. Крізь одержаний розчин пропустили хлор кількістю речовини, необхідній для виділення всього йоду із суміші солей. Йоду при цьому утворилось 2,54 г. До одержаного розчину додали надлишок аргентум нітрату, при цьому випало 8,61 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) солей у вихідній суміші.
- 16.40.** При взаємодії манган діоксиду із хлоридною кислотою одержали хлор, який повністю витратили на окиснення міді масою 129,92 г. Хлороводень, необхідний для добування потрібної маси хлоридної кислоти, одержали при взаємодії 0,5 кг технічної кухонної солі з надлишком концентрованої сульфатної кислоти. Обчисліть масову частку натрій хлориду в технічному препараті кухонної солі (%).
- 16.41.** При нагріванні протягом тривалого часу суміші калій хлориду та калій хлорату одержали 13,44 л газу (н.у.) та твердий залишок, який розчинили у воді, а потім до одержаного розчину добавили надлишок розчину аргентум нітрату. При цьому випало 287 г осаду. Визначте масову частку калій хлорату (%) у вихідній суміші солей.
- 16.42.** Суміш кристалічних натрій броміду та натрій хлориду обробили надлишком хлору при 300°C. Після охолодження реакційної суміші одержали твердий залишок масою 35,1 г. Маса вихідної суміші солей становила 52,9 г. Обчисліть масову частку (%) натрій броміду у вихідній суміші.
- 16.43.** До 400 мл розчину, в якому містились бромоводень та хлороводень, добавили надлишок калій карбонату. При цьому виділилось 12,32 л газу (н.у.). При дії на цей же об'єм вихідного розчину надлишком розчину аргентум нітрату випало 180,1 г осаду. Розрахуйте молярні концентрації речовин у вихідному розчині.
- 16.44.** Газ, одержаний при повному розкладі 49 г калій хлорату, змішали з газом, одержаним на аноді в результаті повного електролізу розплаву магній хлориду масою 28,5 г. Одержану суміш газів пропустили крізь 800 мл гарячого 2,5 М розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ). Роз-

рахуйте: а) об'ємні частки кожного газу (%) в одержаній суміші; б) масові частки речовин (%) в одержаному розчині.

- 16.45.** Суміш, що містить 4 л хлору та 3 л водню (н.у.), освітили розсіяним світлом. Через деякий час об'ємна частка водню в суміші зменшилась на 30%. Визначте об'ємну частку продукту реакції в одержаній суміші (%).
- 16.46.** Сульфід лужноземельного металу масою 4,774 г помістили в посудину з хлорною водою, яка містить 3,124 г хлору. Після закінчення реакції у посудину добавили надлишок натрій броміду. При цьому виділилось 3,52 г броміду. Визначте масу осаду, що утворився при окисненні сульфату лужноземельного металу.

## Розділ 17. НІТРОГЕН, ФОСФОР ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

### I РІВЕНЬ

- 17.1.** Розрахуйте об'єми азоту та водню (н.у.), які потрібно витратити для одержання 8,5 т амоніаку.
- 17.2.** Який об'єм (н.у.) амоніаку потрібно використати для добування 120 кг амоній нітрату?
- 17.3.** Суміш, що містить 15 м<sup>3</sup> азоту та 20 м<sup>3</sup> водню, пропустили над катализатором. Вихід амоніаку становить 20%. Який об'єм NH<sub>3</sub> одержали?
- 17.4.** При взаємодії 100 л амоніаку, що містить домішки азоту, об'ємна частка яких становить 10%, із сульфатною кислотою одержали амоній сульфат масою 252 г. Розрахуйте вихід солі у відсотках від теоретично можливого.
- 17.5.** До розчину, що містить 51 г аргентум нітрату, прилили розчин натрій сульфідіду, що містить 15,6 г солі. Визначте масу осаду, що утворився.
- 17.6.** Із 2 кг амоніаку одержали 10 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою 62%. Розрахуйте вихід кислоти у відсотках від теоретично можливого.
- 17.7.** Хлорид амонію масою 32,1 г змішали з кальцій гідроксидом масою 17,76 г і нагріли. Визначте об'єм газу (н.у.), що виділився при цьому.
- 17.8.** Який об'єм амоніаку (н.у.) потрібно використати для добування 500 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 90%?
- 17.9.** Амоніак, виділений з амоній сульфату масою 26,4 г, змішали з хлороводнем масою 19 г. Визначте масу одержаної при цьому солі.
- 17.10.** Визначте масу розчину нітратної кислоти ( $W = 20\%$ ), яку необхідно використати для добування 2 кг амоніачної селітри.
- 17.11.** Розрахуйте масу натрієвої селітри, необхідної для одержання 315 г нітратної кислоти.
- 17.12.** Розрахуйте масу кальцій гідрогенфосфату, що містить стільки Фосфору, скільки його є у 2,64 кг амоній гідрогенфосфату.

- 17.13. Визначте масу фосфор (V) оксиду, яку можна одержати при спалюванні фосфіну, одержаного з кальцій фосфіду масою 54,6 г.
- 17.14. Який об'єм амоніаку витратили на добування 200 кг розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 80%, якщо виробничі втрати становили 6%?
- 17.15. При дії сульфатної кислоти на фосфорит масою 0,5 т з масовою часткою кальцій фосфату 62% одержали суперфосфат масою 450 кг. Визначте вихід суперфосфату у відсотках від теоретично можливого.
- 17.16. Який об'єм розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою кислоти 60% ( $\rho = 1,4$  г/мл) можна добути з 50 кг фосфориту, масова частка кальцій фосфату в якому становить 62%?
- 17.17. У збагаченому апатиті масова частка  $P_2O_5$  становить 40%. Яка маса апатиту потрібна для одержання розчину ортофосфатної кислоти масою 196 кг з масовою часткою кислоти 60%?
- 17.18. Який об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою луку 20% ( $\rho = 1,173$  г/см<sup>3</sup>) потрібно використати для повної нейтралізації  $H_3PO_4$ , яку одержали з 10 кг кальцій ортофосфату, масова частка домішок в якому становить 10%?
- 17.19. Яку масу фосфориту, що містить 80%  $Ca_3(PO_4)_2$ , необхідно використати для одержання 10 кг ортофосфатної кислоти?
- 17.20. Визначте об'єм газу (н.у.), який виділиться при розчиненні міді масою 6,4 г в розчині нітратної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 20%.
- 17.21. Розрахуйте масу 1 м<sup>3</sup> азоту при тиску 1 атм і температурі 27°C.

## ІІ РІВЕНЬ

- 17.22. Стехіометричну суміш азоту та водню пропустили над нагрітим каталізатором. При цьому об'єм суміші зменшився на 14 л. Розрахуйте об'єми вихідних газів, а також об'єм утвореного продукту реакції. Усі виміри проводились за однакових умов. Врахуйте, що вихід продукту реакції становить 50% від теоретично можливого.
- 17.23. Природний Нітроген складається із суміші двох нуклідів <sup>14</sup>N та <sup>15</sup>N. Відносна атомна маса Нітрогену становить 14,007. Розрахуйте масові частки нуклідів у природному Нітрогені (%).
- 17.24. Розрахуйте масу розчину амоніаку з масовою часткою речовини 25% та об'єм води, які необхідні для приготування 1500 г розчину амоніаку з масовою часткою речовини 0,5%.
- 17.25. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинули розчином сульфатної кислоти масою 20 г з масовою часткою речовини 49%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса?

- 17.26. В одному літрі води при 0°C розчинили 1150 л амоніаку (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) амоніаку в одержаному розчині.
- 17.27. При нагріванні технічного нашатиру, що містить 3% домішок, з надлишком розчину натрій гідроксиду виділилось 800 см<sup>3</sup> амоніаку (н.у.). Визначте масу технічного нашатиру, який використали для проведення реакції.
- 17.28. Які речовини утворюються при взаємодії 0,6 моль амоніаку та 0,4 моль сульфатної кислоти? Визначте їхні маси.
- 17.29. Газ, одержаний при взаємодії 0,2 моль амоній хлориду з надлишком розчину натрій гідроксиду, поглинувся розчином ортофосфатної кислоти масою 200 г з масовою часткою кислоти 9,8%. Яка сіль при цьому утворилась і яка її маса?
- 17.30. Який об'єм розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,119$  г/см<sup>3</sup>,  $W = 20\%$ ) потрібно взяти для розчинення 4 г міді? Визначте об'єм (н.у.) газу, який при цьому виділиться.
- 17.31. Азотоводневу суміш об'ємом 200 мл пропустили над нагрітим платиновим каталізатором. Після закінчення реакції об'єм суміші зменшився на 40 мл. Ступінь перетворення азоту становив 50%. Визначте об'ємну частку (%) азоту у вихідній суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов.
- 17.32. Розрахуйте масові частки речовин (%) у розчині, одержаному при розчиненні 2 л хлороводню (н.у.) та 1500 см<sup>3</sup> амоніаку (н.у.) у воді об'ємом 800 мл.
- 17.33. При повному термічному розкладанні 19,86 г нітрату малоактивного металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, виділилось 3,36 л газової суміші (н.у.). Визначте формулу нітрату.
- 17.34. У закритій посудині з повітрям об'ємом 20 л (н.у.) спалили 4 г фосфору. Визначте: а) масу утвореного фосфор (V) оксиду; б) тиск (в атм) у посудині після приведення речовин до початкових умов.
- 17.35. Яку масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 10%, можна одержати з 17 г натрій нітрату?
- 17.36. Перетворення білого фосфору в червоний прискорюється присутністю йоду. Проміжною сполукою при цьому є сполука фосфору з йодом. Визначте її формулу, якщо масова частка Йоду в сполуці становить 89,12%, а густина її парів за воднем становить 285.
- 17.37. Визначте масу фосфору, яку можна добути з двох тонн фосфориту, масова частка кальцій фосфату в якому становить 80%. Відомо, що виробничі втрати складають 15%.
- 17.38. Яку масу ортофосфатної кислоти можна одержати з 800 кг фосфориту, масова частка домішок в якому становить 35%?

- 17.39. Визначте формулу кристалогідрату натрій фосфату, якщо після нагрівання 190 г його утворився твердий залишок масою 82 г.
- 17.40. Кальцій фосфід добувають з фосфориту та вугілля в електричних печах. Яку масу кальцій фосфіду можна добути з 50 кг фосфориту, масова частка кальцій ортофосфату в якому становить 62%, а виробничі втрати складають 5%?
- 17.41. Яка сіль утвориться при зливанні 20 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% з розчином ортофосфатної кислоти масою 10 г з масовою часткою кислоти 49%? Визначте її масу.
- 17.42. Суміш амоній нітрату та амоній нітриту піддали повному термічному розкладу. На відновлення одержаної газової суміші об'ємом 44,8 л (н.у.) витратили весь водень, одержаний при повному електролізі води масою 9 г. Визначте масовий склад вихідної суміші солей.
- 17.43. Еквімолярну суміш азоту та водню пропустили через контактний апарат. Об'ємна частка амоніаку в утвореній газовій суміші склала 8%. Розрахуйте ступінь перетворення водню (%). Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов.
- 17.44. При окисненні фосфору розчином нітратної кислоти ( $\rho = 1,414$  г/мл,  $W = 70\%$ ) одержали 34,3 г ортофосфатної кислоти. Визначте об'єм розчину кислоти, який витратили на реакцію з фосфором.
- 17.45. На фосфор, одержаний з 34,444 г кальцій фосфату, масова частка домішок в якому становила 10%, подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Одержаний розчин повністю нейтралізували амоніаком. Визначте об'єм розчину барій хлориду ( $W = 20\%$ ,  $\rho = 1,22$  г/см<sup>3</sup>), який необхідно використати для повного осадження утворених в розчині фосфат-йонів.
- 17.46. У розчин ортофосфатної кислоти масою 176,4 г ( $W = 25\%$ ) помістили 28,4 г фосфор (V) оксиду. Обчисліть: а) масову частку кислоти в одержаному розчині (%); б) масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30%, яку потрібно додати до утвореного розчину, щоб кислоту повністю перетворити в калій гідрогенфосфат.
- 17.47. До 7 л суміші нітроген монооксиду та азоту (н.у.) добавили 3 л кисню (н.у.). Після завершення реакції об'єм газової суміші зменшився на 20%. Обчисліть: а) об'ємний склад вихідної суміші (%); б) об'ємні частки компонентів в утвореній газовій суміші (%), якщо відомо, що вона підтримує горіння.
- 17.48. Фосфор (V) оксид, що утворився при спалюванні фосфору в кисні, розчинили в 100 мл розчину ортофосфатної кислоти ( $\rho = 1,7$  г/см<sup>3</sup>,  $W = 85\%$ ) При цьому масова частка кислоти зросла на 7%. Яку кількість речовини фосфору спалили?
- 17.49. Визначте масу калій хлорату, який необхідно використати для добування кисню, необхідного для повного спалювання амоніаку, одержаного з розчину амоній сульфату масою 36 г, масова частка солі в якому 13,5%, та 20 г гашеного вапна, масова частка домішок в якому 13,2%.
- 17.50. Як повинні відноситись кількості речовин кальцій карбонату та калій нітрату в суміші, щоб після її прожарювання маса одержаної газової суміші склала 25,2% від маси вихідної суміші?
- 17.51. Обчисліть маси речовин, які будуть міститись у розчині, одержаному при пропусканні нітроген (IV) оксиду, добутого при повному термолізі купрум (II) нітрату масою 75,2 г, крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 560 мл з масовою часткою лугу 30% ( $\rho = 1,25$  г/см<sup>3</sup>).
- 17.52. Газ, одержаний при каталітичному окисненні 1,6 моль амоніаку, повністю окиснили киснем повітря. Продукт реакції розчинили у присутності кисню в 1,2 дм<sup>3</sup> води. Розрахуйте масову частку речовини, що буде міститись в одержаному розчині (%).
- 17.53. Колбу, наповнену амоніаком при 30°C і тиску 1 атм, опустили у воду, яка повністю заповнила посудину. Одержали розчин з густиною 1 г/см<sup>3</sup>. Яка масова частка амоніаку в розчині? (%).
- 17.54. Через контактний апарат пропустили суміш азоту та водню, кількості речовин яких відносились як 1:4. Прореагувало 20% азоту. Який об'ємний склад утвореної суміші (%)?
- 17.55. Розчин, одержаний при пропусканні нітроген діоксиду кількістю речовини 4 моль крізь розчин натрій гідроксиду із вмістом лугу 6 моль, випарували. Твердий залишок прожарили до постійної маси. Розрахуйте: а) об'єм газу, що виділився при прожарюванні твердого залишку (н.у.); б) масовий склад твердого залишку.
- 17.56. Крізь розчин амоній дигідрогенфосфату масою 200 г з масовою часткою солі 4,6% пропустили газ, одержаний при взаємодії амоній хлориду масою 2,675 г з розчином калій гідроксиду, де містилось 10 г лугу. Розрахуйте маси речовин в одержаному розчині.
- 17.57. До розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 45 мл з масовою часткою кислоти 6% ( $\rho = 1,03$  г/см<sup>3</sup>) добавили 8 г фосфор (V) оксиду. Розрахуйте масову частку кислоти в одержаному розчині (%).
- 17.58. На амальгаму цинку масою 10 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. При цьому виділився нітроген діоксид об'ємом 2,33 л (н.у.). Розрахуйте масову частку цинку (%) в амальгамі.
- 17.59. Сплав міді та алюмінію масою 4 г обробили надлишком концентрованою розчину лугу. Нерозчинний залишок промили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Одержаний розчин випарували, а сіль прожарили. Одержали тверду речовину масою 3,2 г. Розрахуйте масову частку міді у вихідній суміші (%).

- 17.60. Який об'єм розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою речовини 14% необхідно використати для повного розчинення суміші купрум (II) оксиду та міді масою 20 г? Відомо, що якщо на таку ж суміш масою 4 г подіяти надлишком хлоридної кислоти, то після закінчення реакції залишиться 1,6 г нерозчинної речовини.
- 17.61. Як з купрум (II) нітрат дигідрату добути 300 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 20%? Визначте масу використаного для цього кристалогідрату.
- 17.62. Визначте масу ортофосфатної кислоти та об'єм водню, виміряний при температурі  $27^\circ\text{C}$  і тиску 1 атм, які утворюються при окисненні фосфору масою 12,4 г парами води.
- 17.63. До розчину, що містить 0,3 моль ортофосфатної кислоти, добавили гашене вапно, в якому містилось 0,2 моль кальцій гідроксиду. Які солі утворюються в одержаному розчині? Визначте їхні маси.
- 17.64. Фосфор, виділений з 31 г кальцій ортофосфату, окиснили при нагріванні розчином нітратної кислоти об'ємом 27,9 мл з масовою часткою речовини 70% ( $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$ ). Після закінчення реакції до одержаного розчину долили 65,3 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,225 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою лугу 20%. Які речовини будуть міститись в одержаному розчині? Визначте їхні маси.
- 17.65. Фосфор (V) оксид розчинили в розчині ортофосфатної кислоти масою 85,5 г з масовою часткою кислоти 50%. Масова частка кислоти в розчині при цьому збільшилась на 12,5%. Визначте маси червоного фосфору та бертолетової солі, які були використані для добування фосфору (V) оксиду.
- 17.66. Фосфін, одержаний при повному гідролізі кальцій фосфіду масою 145,6 г, спалили. Фосфор (V) оксид, що утворився, розчинили у 200 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 25% ( $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ ). Визначте формулу солі, що утворилась, та її масову частку в одержаному розчині (%).

### III РІВЕНЬ

- 17.67. На суміш цинк фосфіду і цинку подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділились водень та фосфін, об'єми яких відносились як 1:4. Визначте: а) масову частку цинку (%) у вихідному препараті; б) відношення мас речовин у вихідному препараті (з точністю до цілих).
- 17.68. До розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 106,5 мл з масовою часткою речовини 40% ( $\rho = 1,38 \text{ г/см}^3$ ) прилили 196,74 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$ ). З цього розчину нагріванням виділили 225,6 г кристалогідрату. Визначте формулу кристалогідрату.

- 17.69. Суміш азоту, нітроген монооксиду та нітроген діоксиду об'ємом 264 мл пропустили крізь воду об'ємом 2 л. До 150 мл газів, які не поглинулись, добавили 48 мл кисню, після чого об'єм газів склав 165 мл. Усі виміри проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємну частку нітроген монооксиду у вихідній суміші (%).
- 17.70. Як повинні відноситись кількості речовин купрум (II) нітрату та аргентум нітрату в суміші, щоб після їхнього повного термічного розкладання маса одержаного залишку виявилась меншою за масу вихідної суміші на 39,62%?
- 17.71. При прожарюванні 12,1 г кристалогідрату купрум (II) нітрату маса речовини зменшилась на 8,1 г. Визначте формулу кристалогідрату.
- 17.72. Фосфор масою 3,1 г розчинили в надлишку концентрованої нітратної кислоти. Для нейтралізації одержаного розчину витратили 50,4 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%. Визначте маси речовин в утвореному розчині.

## Розділ 18. КАРБОН, СИЛІЦІЙ ТА ЇХНІ СПОЛУКИ

### I РІВЕНЬ

- 18.1. При прожарюванні крейди, масова частка кальцій карбонату в якій становить 95%, одержали 28 т паленого вапна. Яку масу крейди використали?
- 18.2. Визначте масу хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10%, яка витратиться на добування 13,44 л карбон діоксиду з кальцій карбонату.
- 18.3. Розрахуйте масу та об'єм чадного газу, при окисненні якого утвориться 134,4 л  $\text{CO}_2$  (н.у.).
- 18.4. Яку кількість речовини вуглекислого газу потрібно відновити коксом, щоб одержати  $0,76 \text{ м}^3$  карбон монооксиду (н.у.)?
- 18.5. При термічному розкладі магній карбонату одержали газ, який пропустили крізь надлишок вапняної води і одержали 30 г осаду. Визначте масу солі, яку розклали.
- 18.6. При згорянні вугілля масою 2 г одержали газ, який пропустили крізь надлишок баритової води. Утворилось 19,7 г осаду. Визначте масову частку (%) Карбону у вугіллі.
- 18.7. Який об'єм вуглекислого газу виділиться при взаємодії 12 г магній карбонату з 200 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%?
- 18.8. Крізь надлишок вапняної води пропустили 30 л (н.у.) карбон діоксиду. Одержаний осад відокремили і прожарили при температурі  $1000^\circ\text{C}$ . Визначте масу твердого залишку.
- 18.9. Яку масу силіцій діоксиду можна відновити за допомогою коксу масою 10 кг, якщо масова частка Карбону в коксі становить 98%?



- 18.10. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання 200 кг коксу з масовою часткою Карбону 90%?
- 18.11. Суміш об'ємом 500 мл, що містить чадний газ та карбон діоксид, пропустили крізь надлишок баритової води. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 50 мл. Визначте об'ємну частку чадного газу у вихідній суміші. (%). Виміри проводились за нормальних умов.
- 18.12. На окиснення 180 л суміші CO та CO<sub>2</sub> використали 266,7 л повітря (н.у.). Визначте масу чадного газу у вихідній суміші.
- 18.13. При пропусканні газової суміші карбон монооксиду та карбон діоксиду крізь вапняну воду одержали 20 г осаду, а на спалювання такої ж маси вихідної суміші витратили 88,9 л повітря, вимірюного за нормальних умов. Визначте об'єм вихідної суміші газів.
- 18.14. При пропусканні 400 л повітря (н.у.) крізь розчин кальцій гідроксиду одержали 2,5 г осаду. Розрахуйте об'ємну частку (%) карбон діоксиду в повітрі.
- 18.15. Визначте масу кристалічної соди, яку потрібно використати для нейтралізації хлоридної кислоти масою 200 г з масовою часткою хлороводню 20%.
- 18.16. Який об'єм повітря піде на спалювання 10 м<sup>3</sup> водяного газу, що має склад: 49% H<sub>2</sub>, 44% CO, 4% N<sub>2</sub>, 3% CO<sub>2</sub>? Умови нормальні.
- 18.17. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) виділиться при повному термічному розкладі калій гідрогенкарбонату масою 12 г?
- 18.18. Суміш натрій карбонату з питною содою масою 50 г піддали термічному розкладу. При цьому виділилось 5,6 л CO<sub>2</sub> (н.у.). Визначте масову частку натрій карбонату (%) у вихідній суміші.
- 18.19. Еквімолярну суміш вуглецю та сірки масою 8,8 г окиснили киснем. Розрахуйте об'єм кисню (н.у.), що витратився.
- 18.20. Який об'єм карбон діоксиду (н.у.) утвориться при дії надлишку нітратної кислоти на кальцій гідрогенкарбонат масою 32,4 г?
- 18.21. При сплавленні 48,6 г суміші силіцій діоксиду та магній карбонату маса її зменшилась на 11 г. Визначте масовий склад утвореної суміші, якщо при дії на неї сульфатною кислотою утворився газ, який викликав помутніння вапняної води.
- 18.22. Розрахуйте масові частки (%) компонентів суміші, одержаної в результаті сплавлення 2 г магнію та 8 г силіцій діоксиду.

## II РІВЕНЬ

- 18.23. При термічному розкладі 300 г вапняку, що містить 10% некарбонатних домішок, утворилось 186,84 г твердого залишку. Визначте ступінь розкладання кальцій карбонату (%) і масовий склад твердого залишку.

- 18.24. Для повного розчинення суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58 г використали 720 мл хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2,5 моль/л. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші. Який об'єм газу (н.у.) при цьому виділився?
- 18.25. Обчисліть об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 34% ( $\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$ ), що піде на розчинення силіцію, утвореного під час сплавлення 4,2 г магнію та 14,4 г силіцію діоксиду.
- 18.26. При пропусканні 12 л (н.у.) крізь розчин калій гідроксиду газової суміші, що містить карбон діоксид та азот, одержали 4,14 г калій карбонату та 12 г калій гідрогенкарбонату. Обчисліть об'ємну частку карбон діоксиду (%) у вихідній суміші.
- 18.27. При неповному термічному розкладі кальцій карбонату масою 140 г одержали 110 г твердого залишку. Розрахуйте: а) ступінь розкладання солі (%); б) масовий склад утвореної суміші речовин.
- 18.28. Розрахуйте об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 25% ( $\rho = 1,22 \text{ г/мл}$ ), що витратиться на взаємодію з 38 г суміші силіцій діоксиду та магній оксиду. Масова частка магній оксиду в цій суміші становить 52,63%.
- 18.29. При взаємодії 65,4 г суміші натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату зі стехіометричною кількістю хлороводню, яка містилась в розчині з масовою часткою HCl 20% ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ), виділилось 15680 мл газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші. Який об'єм хлоридної кислоти витратили на реакцію?
- 18.30. Масові частки калій оксиду, кальцій оксиду та силіцій діоксиду у склі становлять відповідно 18,42%, 10,98% та 70,60%. Виразіть склад скла формулою. Яку масу поташу, масова частка домішок в якому становить 4%, потрібно використати для одержання 0,2 т такого скла?
- 18.31. Прожарили 21 г суміші магнію та силіцій діоксиду. При дії на утворену суміш надлишком хлоридної кислоти виділилось 4,48 л (н.у.) газової суміші. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 18.32. Суміш масою 31,6 г містить вуглець, силіцій та магній карбонат. Визначте масовий склад суміші, якщо відомо, що при дії на неї надлишком розчину калій гідроксиду виділилось 17,92 л (н.у.) газу, а при дії на таку ж масу цієї суміші надлишком хлоридної кислоти утворилось 0,2 моль газу.
- 18.33. Який об'єм карбон діоксиду при температурі 20°C і тиску 104 кПа витратили на взаємодію з 200 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,349 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 32\%$ ), якщо одержали середню сіль?
- 18.34. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 40% ( $\rho = 1,43 \text{ г/см}^3$ ) витратиться для розчинення силіцію, одержаного при

прожарюванні суміші, що містить 7,29 г алюмінію та 18 г силіцій діоксиду?

- 18.35. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,219 \text{ г/см}^3$ ) з масовою часткою спалювання 24 г вуглецю на повітрі? Розрахуйте масову частку (%) кислій солі, що утвориться в розчині.
- 18.36. Крізь розчин кальцій гідроксиду із вмістом луку 7,4 г пропустили  $8 \text{ дм}^3$  (н.у.) газової суміші карбон діоксиду та азоту з об'ємною часткою карбон діоксиду 35%. Обчисліть маси сполук в одержаному розчині.
- 18.37. Який об'єм повітря витратиться на спалювання 150 л (н.у.) суміші карбон монооксиду та азоту, кількості речовин яких відносяться як 1:3?
- 18.38. При сплавленні 50 г вапняку та 120 г силіцій діоксиду одержали 45 г кальцій силікату. Обчисліть вихід продукту у відсотках.
- 18.39. При повному термічному розкладі магній карбонату одержали 86 л (н.у.) карбон діоксиду. Вихід продукту становив 80%. Визначте масу солі, яку піддали термолізу.
- 18.40. При відновленні карбон діоксиду об'ємом 11,2 л (н.у.) коксом масою 20 г одержали газ, вихід якого склав 75% від теоретичного за об'ємом. Визначте об'єм одержаного карбон монооксиду (н.у.).

### ІІІ РІВЕНЬ

- 18.41. Еквімолярну суміш метану та карбон діоксиду піддали конверсії. Об'єм утвореної при цьому суміші збільшився в 1,8 разу. Визначте ступінь конверсії метану (%).
- 18.42. Який об'єм суміші озону і кисню з густиною за воднем 18,3 необхідно використати для спалювання 250 л (н.у.) суміші карбон діоксиду та карбон монооксиду, що має густиною за повітрям 1,2?
- 18.43. Препарат магній силіциду з домішками магнію помістили в надлишок хлоридної кислоти. Утворились дві газоподібні речовини, об'єми яких відносились як 5:1. Розрахуйте масову частку магнію (%) у вихідному препараті.
- 18.44. Після приведення до умов реакції суміші чадного газу та кисню об'єм утвореної суміші склав  $4/5$  об'єму вихідної суміші. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. Обчисліть об'ємний склад вихідної суміші (%), вважаючи, що чадний газ був у суміші в недостатці.
- 18.45. Приготували дві однакові за масою наважки, що містять суміш магнію та силіцію. Першу розчинили в надлишку хлоридної кислоти, а другу — у надлишку розчину калій гідроксиду. Відношення об'ємів газів, що виділились в обох випадках, становить 2:3. Визначте масовий склад вихідної суміші (%).

- 18.46. Над розжареним до  $1000^\circ\text{C}$  вуглицем пропустили 10 л суміші карбон діоксиду та аргону. Об'єм утвореної суміші склав 16 л. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте об'ємний склад вихідної суміші.
- 18.47. При дії надлишку хлоридної кислоти на суміш, що містить однакові маси натрій карбонату та барій карбонату, виділилось 2,24 л газу (н.у.). Визначте масу осаду, що утвориться при дії на одержаний розчин надлишком розчину натрій сульфату.
- 18.48. Розрахуйте густину за воднем суміші, що містить азот, кисень та карбон діоксид, об'ємні частки яких у суміші становлять відповідно 20%, 45% та 35%. Який об'єм цієї суміші необхідно використати для переведення калій гідроксиду масою 16,8 г у калій гідрогенкарбонат?
- 18.49. Суміш натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату масою 43,8 г нагрівали до тих пір, поки не припинилось зменшення маси суміші. Маса охолодженого твердого залишку дорівнює 41,1 г. Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 18.50. При прожарюванні суміші магній карбонату та цинк карбонату масою 5,45 г одержали газ об'ємом 1,344 л (н.у.). Визначте відношення кількостей речовин компонентів вихідної суміші.
- 18.51. До розчину натрій гідроксиду масою 400 г добавили 163 г розчину сульфатної кислоти ( $W = 40\%$ ). Для нейтралізації одержаного розчину використали 47 г натрій карбонат декагідрату. Визначте масову частку луку (%) у вихідному розчині.
- 18.52. Як повинні відноситись кількості речовин цинк карбонату та магній карбонату в суміші, щоб після прожарювання маса одержаного твердого залишку становила 56,18% від маси вихідної суміші?
- 18.53. Суміш, що містить алюміній, силіцій та мідь масою 27,5 г, помістили в надлишок гарячого розчину натрій гідроксиду. При цьому виділилось 12,32 л газу (н.у.). При дії на таку ж масу вихідної суміші надлишком хлоридної кислоти виділилось 3,36 л газу (н.у.). Обчисліть маси компонентів вихідної суміші.
- 18.54. При повному розкладі деякої кількості речовини гідрогенкарбонату невідомого металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, виділилось 1,344 л газу (н.у.), який викликає помутніння вапняної води, і утворилось 2,43 г твердого залишку. Визначте невідомий метал.
- 18.55. До розчину барій нітрату масою 522 г з масовою часткою солі 20% долили надлишок розчину калій карбонату ( $W = 15\%$ ). Осад, що утворився, відфільтрували. До фільтрату доливали розчин хлоридної кислоти ( $W = 10\%$ ) аж до припинення виділення бульбашок газу. Витратили 139,5 мл розчину кислоти ( $\rho = 1,047 \text{ г/см}^3$ ). Обчисліть масу використаного розчину калій карбонату.

- 18.56. При пропусканні крізь розчин натрій гідроксиду карбон діоксиду об'ємом 24,64 л (н.у.) одержали 114,4 г суміші натрій карбонату та натрій гідрогенкарбонату. Визначте масовий склад суміші утворених карбонатів.
- 18.57. Суміш кальцій карбїду та алюміній карбїду масою 29,76 г розчинили в хлоридній кислоті. Утворилось 13,44 л (н.у.) суміші метану та ацетилену. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 18.58. Як повинні відноситись маси кальцій карбонату та магній карбонату у суміші, щоб при їхньому повному термічному розкладанні утворились оксиди металів, маси яких виявились би однаковими? Відповідь подати з точністю до цілих.
- 18.59. Визначте масові частки кальцій карбїду та алюміній карбїду в суміші, якщо під час дії на неї хлоридною кислотою утворилась газова суміш з густиною за воднем 11,3. Який об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою HCl 25% ( $\rho = 1,124 \text{ г/см}^3$ ) витратиться на взаємодію з 26 г суміші карбїдів?
- 18.60. Продукти спалювання невідомої органічної речовини масою 13,2 г пропустили через поглинач з фосфор (V) оксидом, а потім через поглинач з розчином кальцій гідроксиду. Маса першого поглинача збільшилась на 21,6 г, а в другому утворилось 30 г кальцій карбонату та 48,6 г кальцій гідрогенкарбонату. Визначте формулу невідомої речовини.
- 18.61. При повному термічному розкладі суміші кальцій карбонату та натрій нітрату одержали суміш газів, густина якої при 45°C і тиску 152 кПа 1,92 г/л. Розрахуйте масову частку кальцій карбонату в суміші (%).
- 18.62. Крізь розчин соди, приготовлений розчиненням 66,25 г безводного натрій карбонату у 250 мл води, пропустили надлишок карбон діоксиду. Розрахуйте масу солі, що викристалізується з одержаного розчину, якщо її розчинність при температурі досліду становить 8 г на 100 г води.
- 18.63. Суміш карбон монооксиду та карбон діоксиду об'ємом 160 л (н.у.) пропустили крізь вапняну воду. При цьому одержали 120 г кальцій карбонату та 129,6 г кальцій гідрогенкарбонату. Обчисліть об'ємні частки газів (%) у вихідній суміші.
- 18.64. При дії надлишку кальцинованої соди на розчин, що містить однакові маси хлоридної та сульфатної кислот, виділилось 13,44 л газу (н.у.). Яка маса осаду утвориться при дії на такий же за складом і масою розчин кислот надлишком розчину барій нітрату?

## Розділ 19. МЕТАЛИ ГОЛОВНИХ ПІДГРУП ПЕРШОЇ ТА ДРУГОЇ ГРУП ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ

### І РІВЕНЬ

- 19.1. Окисненням лужного металу масою 70 г одержали 150 г його оксиду. Визначте метал.
- 19.2. Визначте масу калію, яку необхідно використати для приготування 200 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%.
- 19.3. Лужноземельний метал масою 10 г окиснили хлором. При цьому одержали 27,75 г його хлориду. Визначте метал.
- 19.4. Лужноземельний метал масою 25 г окиснили киснем повітря. Добутий оксид розчинили у воді. Утворилось 46,25 г гідроксиду. Який метал використали?
- 19.5. У воді об'ємом 0,5 л розчинили 0,75 моль калію. Який об'єм (н.у.) водню при цьому виділився?
- 19.6. У сполуці лужноземельного металу з Гідрогеном масова частка металу становить 95,24%. Визначте формулу сполуки.
- 19.7. На реакцію з водою використали 9,2 г натрію. Який об'єм водню (н.у.) виділився?
- 19.8. До складу сполуки входять Натрій, Силіцій та Оксиген, маси яких відносяться як 23:14:24. Визначте формулу сполуки.
- 19.9. З 50 кг натрій хлориду одержали 17,8 кг натрію. Визначте вихід металу.
- 19.10. Скільки Калію (%) в розрахунку на  $\text{K}_2\text{O}$  міститься в силівніті, масова частка KCl в якому становить 30%?
- 19.11. Яку масу вапняку, масова частка  $\text{CaCO}_3$  в якому 80%, потрібно використати для одержання 200 т паленого вапна?
- 19.12. Яку масу барію потрібно розчинити у воді, щоб одержати такий же об'єм водню, як при розчиненні у воді літію масою 28 г?
- 19.13. Який об'єм водню (н.у.) виділиться при розчиненні у воді сплаву барію та натрію масою 20 г, масова частка натрію в якому 20%?
- 19.14. Натрій масою 2,30 г розчинили у 20,0 мл води. Визначте масову частку (%) лугу в одержаному розчині.
- 19.15. Доломіт масою 73,6 г прожарювали до повного припинення виділення газу. Визначте масові частки речовин (%) в одержаній суміші речовин.
- 19.16. Визначте масу солі, яка утвориться при окисненні 20,0 г кальцію хлором об'ємом 25,6 л (н.у.).
- 19.17. Яка маса кальцій карбонату утвориться при нагріванні 32,4 кг кальцій гідрогенкарбонату?

- 19.18. У воді об'ємом 800 мл розчинили 2,5 моль барій оксиду. Розрахуйте масову частку барій гідроксиду в одержаному розчині (%).
- 19.19. Масова частка лужноземельного металу в його броміді становить 46,13%. Визначте формулу броміду.
- 19.20. Яка маса осаду утвориться при зливанні 300 мл розчину кальцій хлориду з концентрацією солі 1,5 моль/л та 40 г розчину натрій карбонату з масовою часткою солі 15%?
- 19.21. До 600 г суміші, що містить оксиди кальцію, магнію, цинку та барію з масовими частками відповідно 30%, 20%, 40% та 10%, додали 6067,3 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 11% ( $\rho = 1,047 \text{ г/см}^3$ ). Визначте кількість речовини води в одержаному розчині.
- 19.22. Молярна маса оксиду одновалентного металу на 22 одиниці більша від молярної маси його йодиду. Що це за метал?
- 19.23. Приготували 800 мл розчину кальцій хлориду, що містить 2,5 моль солі, ступінь дисоціації якої дорівнює 85%. Визначте маси катіонів кальцію та аніонів хлору в 400 мл цього розчину.
- 19.24. Нітрат лужного металу масою 42,5 г повністю розклали при нагріванні. При цьому утворилось 5,6 л газу (н.у.). Визначте формулу солі.
- 19.25. При взаємодії 19,5 г металу, що належить до групи II-A періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при повному гідролізі якого одержали 47,125 г гідроксиду металу. Визначте метал.
- 19.26. При розчиненні 24,4 г кристалогідрату барій хлориду в 300 см<sup>3</sup> води одержали розчин з масовою часткою барій хлориду 6,41%. Визначте формулу кристалогідрату.
- 19.27. Розрахуйте масу магній нітрат гексагідрату, необхідну для приготування 1,5 кг розчину магній нітрату з масовою часткою солі 0,4.
- 19.28. Розчин магній нітрату об'ємом 500 мл містить 1,6 моль солі, ступінь дисоціації якої 90%. Розрахуйте маси катіонів магнію та нітрат-аніонів, що містяться в 1,5 л такого ж розчину.
- 19.29. Після прожарювання магній карбонату масою 40 г маса твердого залишку виявилась на 15 г меншою за вихідну масу. Розрахуйте ступінь розкладання солі (%).
- 19.30. Яку масу металічного калію помістили у воду об'ємом 160 мл, якщо одержали розчин луку з масовою часткою речовини 15%?
- 19.31. Калій масою 17,55 г помістили в розчин, одержаний при розчиненні 18,8 г калій оксиду у воді об'ємом 300 мл. Визначте масову частку речовини в одержаному розчині (%).
- 19.32. До суміші алюміній хлориду та магній хлориду масою 15 г додали надлишок калій гідроксиду. Осад, що випав, відфільтрували і прожарили. Маса твердого залишку склала 4 г. Розрахуйте масову частку (%) магній хлориду у вихідній суміші.

- 19.33. Визначте масу солі амонію, яка утвориться при дії надлишку розбавленої нітратної кислоти на порошокподібний магній масою 14,4 г.
- 19.34. У воді об'ємом 150 мл розчинили 4,60 г натрію. Розрахуйте: а) масову частку речовини в одержаному розчині; б) об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 20,0% ( $\rho = 1,116 \text{ г/см}^3$ ), який потрібно витратити для повної нейтралізації одержаного розчину.
- 19.35. Масова частка лужноземельного металу у сполуці його з Гідрогеном становить 95,24%. Наважку цієї сполуки масою 1,2 г розчинили в 40 мл води. Розрахуйте масову частку речовини (%) в одержаному розчині. Який об'єм водню (н.у.) при цьому виділився?
- 19.36. Для розчинення 28,2 г оксиду металу, розміщеного в I-A групі періодичної системи елементів, використали розчин сульфатної кислоти, в якому містилось 0,3 моль кислоти. Визначте невідомий метал.

## II РІВЕНЬ

- 19.37. При термічному розкладі суміші магній оксиду та магній карбонату масою 58,4 г одержали 32 г твердого залишку. Обчисліть масову частку (%) магній оксиду у вихідній суміші.
- 19.38. При приливанні до розчину нітрату металу, для якого характерна ступінь окиснення +2, надлишку розчину кальцієвої соди випало 9,488 г осаду. А при приливанні до розчину такого ж складу і маси надлишку магній сульфату утворилось 11,222 г осаду. Визначте формулу нітрату металу.
- 19.39. Крізь 100 мл 0,02 М розчину натрій гідроксиду пропускали струм силою 4 А протягом 90 хвилин. Якою стала молярна концентрація луку після закінчення електролізу?
- 19.40. При електролізі розплаву 4 г деякої бінарної речовини на аноді виділилось 1,12 л водню (н.у.). Визначте формулу речовини. Чи можна провести електроліз водного розчину цієї речовини?
- 19.41. Маса твердого залишку, утвореного після прожарювання до постійної маси суміші кальцій гідроксиду та кальцій карбонату, зменшилась на 40% порівняно з масою вихідної суміші. Обчисліть масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- 19.42. Калій гідроксид, необхідний для повної нейтралізації 400 мл 2 М розчину сульфатної кислоти, одержали при електролізі розчину калій хлориду ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ). Який об'єм розчину солі використали?
- 19.43. Для повної нейтралізації 20 г розчину, що містить натрій гідроксид та натрій карбонат (масова частка речовини 11,3%), витратили 49 г розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 0,05. Визначте: а) масу утвореного натрій сульфату; б) масову частку натрій гідроксиду у вихідному розчині.

- 19.44. Яку масу натрій гідриду потрібно розчинити у воді об'ємом 500 мл, щоб одержати розчин з масовою часткою лугу 10,00% ( $\rho = 1,100 \text{ г/см}^3$ )? Обчисліть молярну концентрацію речовини в одержаному розчині.
- 19.45. При випаровуванні води із 100 г насиченого при 16°C розчину натрій сульфату одержали 31 г натрій сульфату декагідрату. Визначте розчинність безводної солі у грамах на 100 г води при цій же температурі.
- 19.46. Обчисліть масову частку речовини (%) в розчині, одержаному після електролізу 1600 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ), якщо відомо, що на аноді виділилось 140 л газу (н.у.).
- 19.47. Суміш, що містить калій гідроксид та калій гідрокарбонат масою 25,6 г, піддали термічному розкладу. Втрата маси після охолодження одержаної суміші склала 4,9%. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 19.48. Яку масу натрію потрібно розчинити в 500  $\text{см}^3$  води для добування лу-гу, необхідного для переведення 9,8 г ортофосфатної кислоти в натрій гідрофосфат? Визначте масову частку лу-гу (%) в розчині після розчинення натрію у воді.
- 19.49. Яку масу калій гідриду потрібно помістити в розчин калій гідроксиду об'ємом 300 мл ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 12\%$ ), щоб масова частка калій гідроксиду збільшилась у 3 рази?
- 19.50. При взаємодії 7 г нітриду одновалентного металу з водою одержали газ, при каталітичному окисненні якого добули 4,89 л (при температурі 25°C і тиску 1 атм) іншого газу. Визначте формулу нітриду невідомого металу.
- 19.51. В електролізер, що містить 500 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою лу-гу 22,4% ( $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ ), помістили 58,5 г металічного калію. Після його розчинення через електролізер пропустили електричний струм. Розрахуйте масову частку речовини в одержаному розчині, якщо відомо, що за час електролізу на аноді виділилось 20 л газу (н.у.).
- 19.52. Крізь розчин, одержаний при розчиненні глауберової солі масою 161 г у 200 мл води, пропустили електричний струм. Через деякий час на аноді виділилось 20 л газу. Розрахуйте, у скільки разів збільшилась при цьому масова частка солі в розчині.
- 19.53. Суміш, що містила магній фосфід та алюміній карбід, розчинили у воді. При цьому одержали газову суміш, у якій об'єми газів відносяться як 4:3. Визначте: а) масові частки сполук (%) у вихідній суміші; б) масову частку Карбону (%) у вихідній суміші.
- 19.54. Газ, що виділився при взаємодії калій гідриду з водою, пропустили над розжареним купрум (ІІ) оксидом. Маса оксиду при цьому зменшилась на 3,2 г. Знайдіть кількість речовини використаного гідриду.

- 19.55. Яку масу металічного натрію потрібно розчинити у воді об'ємом 300 мл, щоб одержати розчин лу-гу з масовою часткою речовини 4%? Яка маса одержаного розчину витратиться на осадження з розчину алюміній хлориду 7,8 г алюміній гідроксиду?
- 19.56. Як повинні відноситись кількості речовин калій хлориду та барій хлориду в суміші, щоб з 174,5 г цієї суміші можна було одержати 251,125 г аргентум хлориду?
- 19.57. Визначте масові частки солей у розчині, одержаному при пропусканні 5,636 л хлору, виміряного при температурі 29°C і тиску 98 кПа, крізь гарячий розчин калій гідроксиду об'ємом 200 мл з масовою часткою лу-гу 20% ( $\rho = 1,173 \text{ г/см}^3$ ).
- 19.58. Сплав натрію та калію масою 0,15 г розчинили у воді. При цьому одержали 300 мл розчину із вмістом гідроксид-йонів  $1,82 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Визначте масові частки металів (%) у вихідному сплаві.

### ІІІ РІВЕНЬ

- 19.59. До суміші кальцій карбонату, алюмінію та металічного кальцію масою 15,7 г долили надлишок хлоридної кислоти. Відношення кількостей речовин компонентів суміші становить 1:2:4. Обчисліть: а) об'єм газоподібних речовин, які виділились під час реакції; б) густину за воднем одержаної суміші газів. Виміри об'ємів газів проводились за нормальних умов.
- 19.60. У воді об'ємом 400 мл розчинили 71,49 г суміші барій хлориду та барій нітрату. До одержаного розчину долили надлишкову кількість розчину сульфатної кислоти. Осад, що утворився, відфільтрували і прожарили при температурі 1500°C. Маса одержаного твердого залишку становила 34,272 г. Вихід продукту склав 80%. Обчисліть маси солей у вихідній суміші.
- 19.61. До розчину, що містить 4,045 г суміші натрій броміду та кальцій йодиду, долили 95,63 г розчину аргентум нітрату з масовою часткою солі 8%. Осад відфільтрували. Речовина, що містилась у фільтраті, прореагувала із хлоридною кислотою, яка містилась у 50 мл 0,2 М розчину кислоти. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 19.62. Суміш газів об'ємом 17,92 л (н.у.), що містить карбон діоксид та чадний газ, пропустили крізь розчин кальцій гідроксиду певної маси. Одержаний осад масою 20 г відфільтрували. Речовина, яка містилась у фільтраті, прореагувала зі 160 мл 2,5 М розчину нітратної кислоти з виділенням газу. Розрахуйте масові частки газів (%) у вихідній суміші.
- 19.63. Суміш калій нітрату та міді прожарили на повітрі. Маса суміші після прожарювання не змінилась. Визначте масову частку міді (%) у вихідній суміші.

19.64. Суміш натрій гідроксиду та натрій гідрогенкарбонату масою 66,4 г прожарили при температурі 260°C. Маса одержаної суміші виявилась на 13,4 г меншою від маси вихідної суміші. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.

## Розділ 20. АЛЮМІНІЙ ТА ЙОГО СПОЛУКИ

### I РІВЕНЬ

- 20.1. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на згоряння порошку алюмінію масою 16,2 кг?
- 20.2. При взаємодії алюмінію кількістю речовини 0,75 моль з невідомим галогеном одержали 200,25 г алюміній галогеніду. Який галоген використали?
- 20.3. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок водного розчину лугу. Виділилось 1,008 л (н.у.) водню. Визначте масову частку алюмінію (%) в суміші.
- 20.4. Яку масу заліза одержали при алюмінотермічному відновленні 69,6 кг залізної окалини, якщо втрати продукту становили 10%?
- 20.5. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при розчиненні суміші алюмінію та міді масою 13,5 г у водному розчині лугу? Масова частка міді в суміші становить 20%.
- 20.6. Визначте масу алюмінію, яку необхідно використати для заміщення всього Аргентуму в аргентум нітраті, що міститься в розчині масою 212,5 г з масовою часткою солі 20%.
- 20.7. На розчинення суміші масою 20 г, що містить алюміній оксид та купрум (II) оксид, витратили 80 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 10%. Визначте масову частку алюміній оксиду (%) у вихідній суміші.
- 20.8. Для одержання марганцю шляхом алюмінотермії змішали 21,6 кг алюмінію та 53,07 кг манган діоксиду. Визначте масовий склад твердого залишку після прожарювання вихідної суміші.
- 20.9. Розрахуйте масу солі, яку можна одержати сплавленням алюміній оксиду масою 30,6 г та калій гідроксиду масою 28 г.
- 20.10. При розчиненні 1,8 г технічного алюмінію в розбавленій сульфатній кислоті одержали 2016 мл водню (н.у.). Обчисліть масову частку домішок (%) в технічному алюмінії.
- 20.11. Який об'єм хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2 моль/л необхідно використати для розчинення 62,4 г алюміній гідроксиду?
- 20.12. Яку масу алюмінію можна одержати з 2,5 т глинозему, масова частка алюміній оксиду в якому становить 90%?

- 20.13. Розрахуйте масову частку HCl (%) в хлоридній кислоті масою 400 г, якщо в ньому можна розчинити 0,2 моль алюмінію.
- 20.14. Скільки теплоти виділилось у результаті відновлення алюмінієм ферум (III) оксиду, якщо утворилось 200 г заліза? Тепловий ефект реакції –710 кДж.
- 20.15. Яку масу розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для осадження алюміній гідроксиду з розчину алюміній хлориду масою 400 г з масовою часткою солі 20%?
- 20.16. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ( $\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$ ) витратиться на розчинення суміші алюмінію та цинку масою 31,4 г? Масова частка алюмінію в суміші 17,2%.
- 20.17. При алюмінотермічному відновленні 128 г ферум (III) оксиду одержали 68 г заліза. Яка масова частка (%) виходу металу?
- 20.18. Визначте масову частку (%) алюмінію, що міститься в суміші з міддю, якщо при дії на 120 г цієї суміші надлишком хлоридної кислоти виділилось 16,8 л водню (н.у.).
- 20.19. Гідроксид невідомого металу масою 15,6 г прожарили до постійної маси. Утворилось 10,2 г оксиду металу з валентністю III. Визначте формулу гідроксиду.

### II РІВЕНЬ

- 20.20. Алюміній масою 9,45 г сплавили зі стехіометричною кількістю речовини сірки. Продукт реакції розчинили у воді. Визначте масу одержаного при цьому осаду.
- 20.21. На суміш алюмінію та міді масою 12 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділився газ, який повністю використали на відновлення хром (III) оксиду масою 15,2 г. Обчисліть масову частку (%) алюмінію у вихідній суміші.
- 20.22. На суміш алюмінію та магнію масою 10,2 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Одержали 11,2 л газу (н.у.). Визначте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 20.23. На суміш алюмінію та міді масою 47,2 г подіяли надлишком розчину лугу. Твердий залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. При цьому виділилось 0,8 моль газу. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.
- 20.24. Суміш цинку та алюмінію масою 25 г розчинили в розчині сульфатної кислоти ( $\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ). Маса металів відносились відповідно як 1:4. Який об'єм розчину кислоти витратили на розчинення вихідної суміші?
- 20.25. При взаємодії 6,75 г металу, що належить до групи III-A періодичної системи елементів, з азотом утворився нітрид, при гідролізі якого одер-

- жали газ, який піддали каталітичному окисненню киснем. Утворився інший газ об'ємом 5,6 л (н.у.). Визначте метал.
- 20.26. Вміст води у кристалогідраті алюміній хлориду становить 44,72%. Визначте, яку масу кристалогідрату потрібно використати для добування 25 г алюміній оксиду.
- 20.27. Сплавили суміш масою 51,8 г, що містить алюміній оксид і надлишок соди. При цьому одержали 43 г сплаву. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші.
- 20.28. В якій масі бокситу міститься стільки ж Алюмінію, скільки його є в 0,5 т криоліту? Масова частка домішок у бокситі становить 20%?
- 20.29. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при дії розбавленої сульфатної кислоти на суміш алюмінію та купрум (II) оксиду, якщо для вилучення всього алюмінію з такої ж суміші витратили 500 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 16%?
- 20.30. Визначте, яку масу технічного алюмінію, що містить 97% алюмінію, потрібно використати для відновлення Мангану з 5 кг піролюзиту, масова частка манган діоксиду в якому становить 80%.
- 20.31. Кристалогідрат складу  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  масою 118,5 г розчинили в 600 мл води. До одержаного розчину долили 269,06  $cm^3$  розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,115 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 10\%$ ). Які речовини будуть міститися в одержаному розчині і які їхні маси?
- 20.32. При розчиненні сплаву алюмінію та міді масою 3,81 г в надлишку концентрованого розчину натрій гідроксиду виділилось 2016 мл газу (н.у.). Обчисліть об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою кислоти 88% ( $\rho = 1,478 \text{ г/мл}$ ), який витратиться на реакцію з вихідним сплавом такої ж маси.
- 20.33. До розчину алюміній нітрату масою 42,60 г з масовою часткою солі 20% додали 37,33 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 15%. Утворений осад відфільтрували та промили. Визначте його склад та масу.
- 20.34. Яка маса заліза утвориться при алюмініотермічному відновленні 32 кг ферум (III) оксиду, якщо масова частка домішок в оксиді становить 5%, а виробничі втрати складають 10%.
- 20.35. Для одержання марганцю шляхом алюмініотермії змішали 10,8 кг алюмінію та 30 кг манган діоксиду, що містить 8% домішок. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаному після сплавлення твердому залишку.
- 20.36. При розчиненні суміші алюмінію та магнію масою 5,34 г в розбавленій сульфатній кислоті виділилось 5,624 л водню при температурі 25°C. Обчисліть масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 20.37. Масові частки елементів у мінералі нефеліні становлять: 24,67% K, 17,10% Al, 17,72% Si та 40,51% O. Подайте формулу мінералу як комбінацію оксидів.
- 20.38. Суміш магнію та алюмінію масою 20 г помістили в надлишок розчину калій гідроксиду. Виділилось 11 л газу, виміряного при 25°C і тиску 1 атм. Обчисліть масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.
- 20.39. При обробці суміші алюмінію та купрум (II) оксиду розчином натрій гідроксиду виділилось 1,68 л газу (н.у.). При дії на таку саму за складом і масою суміш концентрованою нітратною кислотою утворилось 18,8 г солі. Визначте масу вихідної суміші та масові частки речовин (%) у цій суміші.
- 20.40. До розчину, що містить 3,42 г алюміній сульфату, додали луг, одержаний при повному електролізі солі, що містилась у розчині натрій хлориду масою 25,35 г ( $W = 15\%$ ). Визначте масу одержаного осаду.
- 20.41. Алюміній, що містився у 100 мл розчину алюмокалієвого галууну, виділили у вигляді оксиду, маса якого становить 0,816 г. Визначте молярну концентрацію галууну у вихідному розчині.
- 20.42. При алюмініотермічному відновленні ферум (III) оксиду масою 320 г одержали 170 г заліза. Обчисліть вихід металу (%).
- 20.43. При сплавленні суміші масою 6,330 г, яка складається з алюміній оксиду і надлишку соди, одержали 6,000 г твердого залишку. Визначте: а) масовий склад вихідної суміші; б) масові частки (%) речовин у твердому залишку.
- 20.44. Яку масу алюмінію можна одержати з 2 т глинозему, що містить 96% алюміній оксиду? Виробничі втрати у процесі добування оксиду становлять 20%.
- 20.45. Який об'єм 1 М розчину натрій гідроксиду потрібно використати для реакції з алюміній сульфатом, що міститься у 20  $cm^3$  2 М розчину солі, щоб всі йони алюмінію осадити у вигляді гідроксиду?
- 20.46. Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 15\%$ ) використали для реакції з алюміній хлоридом, що містився в 10,27  $cm^3$  розчину з масовою часткою солі 5% ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ), якщо одержали натрій гексагідроксоалюмінат?

### III РІВЕНЬ

- 20.47. При дії на суміш заліза, міді та алюмінію масою 19,5 г надлишком розчину натрій гідроксиду одержали 10,08 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші, якщо відомо, що при дії на масу суміші в 4 рази меншу надлишком хлоридної кислоти без доступу повітря виділиться 3,36  $dm^3$  газу (н.у.).

- 20.48.** Наважку алюмінієвого пилю масою 17,82 г повністю окиснили хлором. З одержаної солі приготували 600 мл розчину. Половину одержаного розчину використали на реакцію з розчином калій гідроксиду об'ємом 1240 мл із вмістом лугу 54,8 г/л. Обчисліть маси одержаних продуктів реакції.
- 20.49.** Газову суміш, одержану при прожарюванні 70 г суміші алюміній нітрату, амоній карбонату та крейди, пропустили через посудину, в якій містився надлишок хлоридної кислоти. Об'єм газової суміші при цьому зменшився на 8,96 л (н.у.). Суміш газів, яка залишилась, пропустили крізь надлишок розчину кальцій гідроксиду. Утворилось 60 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 20.50.** Яку масу цинк гідроксиду потрібно додати до алюміній гідроксиду масою 15,6 г, щоб при прожарюванні цієї суміші маса одержаного твердого залишку становила 80% від маси вихідних речовин?
- 20.51.** При розчиненні 30 г кристалогідрату алюміній сульфату в 600 мл води утворився розчин з масовою часткою солі 3,23%. Визначте формулу кристалогідрату.
- 20.52.** Суміш алюміній сульфідів та цинк нітриду залили водою і нагріли до кипіння. Одержали суміш газів об'ємом 17,92 л (н.у.) з густиною 1,328 г/л. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 20.53.** На суміш міді та алюмінію масою 400 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Одержаний розчин відділили від нерозчинного залишку і піддали електролізу до повного розкладу солі. На аноді при цьому виділилось 26,88 л газу (н.у.). Обчисліть масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші металів.
- 20.54.** При взаємодії сплаву міді, заліза та алюмінію масою 7,90 г з надлишком хлоридної кислоти одержали 1,568 л газу та 5,12 г нерозчинного залишку. Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 20.55.** На суміш алюмінієвих та мідних ошурок подіяли при нагріванні надлишком розчину калій гідроксиду. Виділилось 11,2 л газу (н.у.). Нерозчинний залишок відфільтрували і розчинили в концентрованій нітратній кислоті. Розчин випарували, а тверду речовину, що залишилась, прожарили. Маса твердого залишку склала 0,8 г. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 20.56.** При дії на суміш алюмінію, міді та алюміній оксиду надлишком гарячого концентрованого розчину лугу виділилось 13,44 л газу (н.у.) і залишилось 38,4 г нерозчинного залишку. При дії на таку ж масу суміші надлишком розбавленої сульфатної кислоти утворилось 102,6 г алюміній сульфату. Обчисліть: а) масу вихідної суміші; б) масову частку алюміній оксиду в цій суміші (%).
- 20.57.** До розчину, що містить 6,84 г алюміній сульфату, долили розчин, де міститься 8,48 г натрій карбонату. Одержаний осад відфільтрували, промили водою та висушили при температурі 500°C. Визначте масу твердого залишку.
- 20.58.** При розчиненні 43 г суміші алюмінію, цинку та міді в надлишку хлоридної кислоти утворилось 16,03 л газу при температурі 20°C і тиску 1,2 атм. Нерозчинний залишок відділили і розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Утворилось 4,48 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 20.59.** До 250 мл 0,5 М розчину алюміній хлориду додали 19,5 г калію. Визначте молярні концентрації речовин в утвореному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати.
- 20.60.** Маса продуктів реакції окиснення суміші алюмінію та міді хлором у 2,5 разу більша за масу вихідної суміші. Визначте масовий склад вихідної суміші (%).
- 20.61.** Яку масу розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% потрібно використати для виділення алюмінію з 2 кг суміші алюмінію з міддю, якщо відомо, що при дії розбавленої сульфатної кислоти на 50 г цієї суміші виділилось 5,6 л водню (н.у.)?
- 20.62.** Який мінімальний об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 15% ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ) потрібно використати для розчинення суміші масою 4,38 г, що містить алюміній, алюміній оксид та алюміній гідроксид, кількості речовин яких відносяться відповідно як 2:3:1?
- 20.63.** На реакцію з 20 г сплаву міді та алюмінію витратили певний об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,43 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 40\%$ ). Нерозчинний залишок помістили в надлишок розчину розбавленої нітратної кислоти. Сіль, яку одержали, виділили з розчину і прожарили. Виявилось, що маса залишку дорівнює 8 г. Обчисліть: а) маси металів у сплаві; б) об'єм розчину лугу, який витратили на проведення реакції.
- 20.64.** До розчину, що містить 25 г алюміній хлориду, долили розчин натрій гідроксиду із вмістом лугу 25 г. Одержаний осад відфільтрували і прожарили. Визначте: а) масу одержаного після прожарювання залишку; б) масу калій гідроксиду, який потрібно сплавити з одержаним залишком для добування калій метаалюмінату.
- 20.65.** До 200 мл 1 М розчину алюміній сульфату долили 300 мл 5 М розчину натрій гідроксиду. Визначте масу утвореного осаду та молярні концентрації солей в одержаному розчині. Зміною об'єму розчину можна знехтувати.
- 20.66.** Сплав містить алюміній, цинк, силіцій та срібло. При дії на 2,85 г сплаву надлишком хлоридної кислоти одержали 0,896 л водню (н.у.) та



- 1,66 г нерозчинного залишку. При дії на 5,7 г такого ж сплаву надлишком розчину калій гідроксиду одержали 5376 мл водню (н.у.). Визначте масові частки (%) компонентів сплаву.
- 20.67.** При дії на 4,93 г суміші алюмінію, заліза та міді надлишком концентрованої нітратної кислоти одержали 1,344 л газу (н.у.). Нерозчинний залишок обробили надлишком концентрованого розчину лугу. При цьому виділилось 1,68 л (н.у.) газу. Розрахуйте масові частки (%) металів у вихідній суміші.
- 20.68.** Суміш, що містить алюміній, силіцій діоксид та магній масою 2,43 г, обробили надлишком розчину лугу. Нерозчинний залишок відфільтрували і обробили надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 896 мл газу (н.у.). Визначте маси компонентів суміші, якщо відомо, що відношення кількостей речовин алюмінію та силіцій діоксиду у вихідній суміші становить 1:2.
- 20.69.** Суміш натрій сульфату та алюміній сульфату масою 10 г розчинили у воді і до одержаного розчину додали надлишок розчину калій карбонату. Осад, що утворився, відфільтрували, прожарили та зважили. Виявилось, що його маса дорівнює 2,55 г. Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 20.70.** На суміш масою 50 г, що складається з алюмінію, магнію та силіцій діоксиду, подіяли надлишком хлоридної кислоти. Виділилось 17,92 л газу (н.у.). При дії на таку ж масу суміші надлишком розчину лугу виділилось 6,72 л газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 20.71.** На суміш порошоків алюмінію та магнію масою 32 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. Газ, що виділився при цьому, пропустили при температурі 400°C через трубку, що містила купрум (II) оксид, а потім пари утвореної речовини пропустили через трубку з фосфор геміпентаоксидом. Маса другої трубки при цьому збільшилась на 27 г. Розрахуйте масову частку алюмінію (%) у вихідній суміші.
- 20.72.** На суміш масою 39,9 г, що містить цинк, алюміній та залізо, подіяли надлишком хлоридної кислоти без доступу кисню. При цьому виділилось 20,16 л (н.у.) газу. До одержаного розчину додали надлишок розчину натрій гідроксиду. Одержаний осад відфільтрували, окиснили киснем та прожарили. Маса твердого залишку склала 40 г. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 20.73.** Амоній хлорид з домішками алюмінієвого пилу розчинили в надлишку розчину калій гідроксиду. Одержали газову суміш з густиною за воднем 6. Обчисліть масову частку домішок алюмінієвого пилу (%).
- 20.74.** Суміш масою 10,42 г, що містила алюміній, магній та силіцій, помістили в надлишок розчину лугу. Виділилось 11,872 л (н.у.) газу, а маса

нерозчинного залишку склала 16,12% вихідної маси. Визначте масовий склад вихідної суміші.

- 20.75.** Суміш масою 16,34 г, що містила залізо, алюміній та магній, помістили в надлишок розбавленого розчину сульфатної кислоти, у результаті чого виділилось 0,65 моль газу. Якщо на таку саму масу вихідної суміші подіяти надлишком розчину лугу, то виділиться 5,6 л газу (н.у.). Обчисліть масовий склад вихідної суміші.
- 20.76.** Яку кількість речовини алюміній хлориду потрібно додати до 1 моль цинк хлориду, щоб маса одержаного із суміші солей алюміній оксиду склала 25,02% від маси вихідних солей?

## Розділ 21. ФЕРУМ ТА ЙОГО СПОЛУКИ

### І РІВЕНЬ

- 21.1.** Який об'єм водню (н.у.) утвориться при взаємодії 12,4 г заліза, що містить 10% домішок, з надлишком хлоридної кислоти?
- 21.2.** Яка маса солі утвориться при спалюванні 22,4 г заліза у хлорі об'ємом 22,4 л (н.у.)?
- 21.3.** Залізні ошурки масою 14 г окиснили надлишком бромю. Одержаний продукт розчинили в 0,8 л води. Визначте масову частку (%) речовини в одержаному розчині.
- 21.4.** Який об'єм водню (н.у.) утвориться, якщо 7 г залізного порошку помістити в 60 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 25%?
- 21.5.** Визначте об'єм повітря (н.у.) та масу піриту, масова частка домішок в якому становить 10%, які необхідно використати для добування 2,5 т сульфур діоксиду.
- 21.6.** Повністю окиснили 90 г суміші піриту та купрум (II) сульфідю. Який об'єм (н.у.) сульфур діоксиду виділився при цьому? Відомо, що масова частка купрум (II) сульфідю в суміші становить 60%.
- 21.7.** Який об'єм газу (н.у.) виділиться при взаємодії 40 г ферум (II) сульфідю, масова частка домішок в якому становить 20%, із сульфатною кислотою, що міститься в розчині масою 400 г ( $W = 20\%$ )?
- 21.8.** Яку масу заліза можна одержати з 5 т бурого залізняку  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , якщо масова частка пустої породи в руді становить 15%?
- 21.9.** Визначте формулу кристалогідрату, якщо масові частки Феруму, Хлору та води в ньому становлять відповідно 20,70%, 39,37% та 39,93%.
- 21.10.** Із 64 г сульфату металу зі ступенем окиснення +3 одержали 25,6 г оксиду цього металу. Визначте формулу солі.
- 21.11.** На суміш заліза і міді масою 10 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому виділилось 2,8 л водню (н.у.). Визначте масову частку (%) заліза у вихідній суміші.

- 21.12. Обчисліть масу заліза, яку можна одержати з 20,0 т червоного залізняку, масова частка домішок в якому становить 5%.
- 21.13. Який об'єм (н.у.) хлору потрібно витратити для окиснення ферум (II) хлориду масою 50,8 кг?
- 21.14. На відновлення суміші ферум (III) оксиду та заліза масою 80 г витратили 26,88 л водню (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.15. Які маси магнію та хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20% потрібно взяти для одержання водню, необхідного для відновлення 104,4 кг залізної окалини?
- 21.16. Який об'єм повітря (н.у.) необхідно використати для окиснення ферум (II) гідроксиду, одержаного з 30,4 г ферум (II) сульфату?
- 21.17. Який об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 16\%$ ) витратиться на розчинення 1,6 кг ферум (III) оксиду?
- 21.18. При взаємодії ферум (III) хлориду і калій гідроксиду одержали 32,1 г ферум (III) гідроксиду. Які кількості речовин солі та лугу витратили на проведення реакції?
- 21.19. Масова частка залізної окалини в руді становить 95%. Визначте масову частку Феруму (%) в цій руді.
- 21.20. Масова частка Феруму в червоному залізняку становить 65%. Розрахуйте масову частку ферум (III) оксиду в цій руді.
- 21.21. Який об'єм хлоридної кислоти ( $\rho = 1,047 \text{ г/мл}$ ,  $W = 10\%$ ) витратиться на розчинення 0,560 г заліза?
- 21.22. Яка маса ферум (III) сульфату міститься в 500 мл 0,3 М розчину солі? Яку масу осаду можна виділити з цього розчину за допомогою розчину калій гідроксиду?
- 21.23. Масова частка ферум (III) оксиду в руді становить 95%. Обчисліть масову частку Феруму в цій руді.
- 21.24. Масова частка Феруму в сполуці його з Карбоном становить 93,33%. Визначте формулу сполуки.
- 21.25. При пропусканні хлору об'ємом 18 л, виміряного при температурі 20°C, над розжареним залізом масою 10 г одержали сіль, яку використали для приготування 200 г водного розчину. Розрахуйте масову частку солі в одержаному розчині (%).
- 21.26. Який об'єм розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 20% ( $\rho = 1,14 \text{ г/мл}$ ), необхідно використати для розчинення 40 г заліза? Яку масу ферум (II) сульфат гептагідрату можна виділити з цього розчину?
- 21.27. У розчин купрум (II) сульфату масою 70 г ( $W = 20\%$ ) помістили 2,6 г залізного пилю. Обчисліть масову частку купрум (II) сульфату в розчині після завершення реакції.
- 21.28. Кристалогідрат невідомого складу містить Нітроген, Ферум, Сульфур, Гідроген та Оксиген, масові частки яких становлять відповідно 2,90%, 11,62%, 13,28%, 5,81% та 66,39%. Визначте формулу сполуки. Які речовини будуть утворюватись при приливанні до цього кристалогідрату: а) розчину натрій карбонату б) розчину калій сульфіді в) розчину калій йодиду? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 21.29. Суміш залізних та мідних ошурок масою 20 г помістили в надлишок хлоридної кислоти. При цьому виділилось 5,6 л газу (н.у.). Визначте масовий склад суміші.
- 21.30. Яку масу коксу, що містить 90% Карбону, потрібно витратити на одержання заліза з 5 кг руди, масова частка ферум (III) оксиду в якій становить 95%? Виробничі втрати коксу в процесі реакції відновлення руди становлять 15%.
- 21.31. При повному розчиненні 30,0 г суміші залізних та алюмінієвих ошурок у хлоридній кислоті виділився газ, при окисненні якого хлором одержали 40,32 л (н.у.) іншої газоподібної речовини. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.32. Цинкову пластинку помістили в розчин ферум (II) сульфату, де містилось 0,02 моль солі. Після повного витіснення Феруму із солі маса пластинки змінилась на 10%. Визначте початкову масу цинкової пластинки.
- 21.33. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на окиснення ферум (II) гідроксиду, одержаного при дії надлишку розчину калій гідроксиду на розчин ферум (II) хлориду масою 200 г ( $W = 15\%$ )?
- 21.34. Залізо масою 2,8 г сплавляли із сіркою масою 1,2 г. Обчисліть масові частки речовин в одержаній суміші (%).
- 21.35. У розчин купрум (II) сульфату помістили залізну пластинку. Через деякий час її вийняли. Визначте масу йонів  $\text{Fe}^{2+}$  в одержаному розчині, якщо маса пластинки збільшилась на 2 г.
- 21.36. Залізна руда сидерит містить 28% Феруму. Яку масу руди необхідно використати для добування 10,0 кг заліза, якщо виробничі втрати становлять 12%?
- 21.37. При повному окисненні ферум дисульфіді, що містився в залізному колчедані масою 55 г, одержали 16,8 л газу (н.у.). Визначте масову частку ферум дисульфіді (%) в залізному колчедані.
- 21.38. Визначте об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,14 \text{ г/мл}$ ,  $W = 20\%$ ), який використали для добування водню, необхідного для відновлення залізної окалини масою 104,4 г.
- 21.39. Масові частки елементів у невідомій речовині становлять: 28,57% Феруму, 30,61% Карбону, 40,82% Оксигену. При розкладанні 0,5 моль цієї речовини одержали 28 г заліза. Визначте формулу речовини.

- 21.40.** 20 г суміші заліза та ферум (III) оксиду обробили надлишком хлоридної кислоти і одержали при цьому 2240 мл газу (н.у.). Обчисліть масові частки компонентів суміші (%).
- 21.41.** При відновленні суміші ферум (III) оксиду та купрум (II) оксиду масою 159,5 г воднем (при нагріванні) одержали воду масою 45,0 г. Обчисліть масу одержаного заліза.
- 21.42.** Суміш цинку та заліза масою 12,1 г помістили в розчин з надлишковою кількістю речовини купрум (II) хлориду. При цьому одержали 12,8 г міді. Обчисліть масові частки металів (%) у суміші.
- 21.43.** При дії на сплав, що містить залізо, мідь та алюміній, в якому масова частка заліза становить 10%, надлишком хлоридної кислоти виділилось 13,44 л (н.у.) газу і залишилось 8,00 г нерозчинного залишку. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.44.** Яку масу чавуну, масова частка Феруму в якому становить 95%, можна добути з червоного залізняка масою 20 т, масова частка Феруму в якому становить 60%?
- 21.45.** Який об'єм займе газ при температурі 80°C, що виділиться при взаємодії 2,8 г заліза із сульфатною кислотою, яка міститься у 25 г розчину з масовою часткою кислоти 98%?
- 21.46.** При дії надлишку розчину нітратної кислоти на залізо масою 13,89 г одержали ферум (III) нітрат, нітроген монооксид та воду. Складіть рівняння реакції та обчисліть об'єм газу, що виділиться, при температурі 30°C і тиску 105 кПа.
- 21.47.** Ферум (III) нітрат наонагідрат одержують при взаємодії заліза з нітратною кислотою. Визначте масу заліза, що містить домішки, масова частка яких становить 5%, та масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 50%, які потрібно витратити для одержання 525,2 кг кристалогідрату. Який об'єм нітроген монооксиду (н.у.) виділиться при цьому?
- 21.48.** Яку масу заліза можна одержати при взаємодії 5,33 г ферум (III) оксиду, що містить домішки силіцій діоксиду, масова частка яких становить 10%, та коксу масою 1,8 г?

## II РІВЕНЬ

- 21.49.** Суміш масою 60,3 г, що містить залізо, алюміній та купрум (II) оксид, відновили воднем. На половину одержаної суміші подіяли концентрованою нітратною кислотою. Виділилось 4,48 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). При дії на іншу половину суміші хлоридною кислотою без доступу повітря утворилось 13,44 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.50.** На суміш заліза, ферум (III) оксиду та кварцового піску масою 160 г подіяли розчином нітратної кислоти. При цьому утворилось 387,2 г

ферум (III) нітрату і 51,2 г нерозчинного залишку. Який об'єм хлоридної кислоти ( $\rho = 1,1$  г/мл,  $W = 20\%$ ) необхідно використати на розчинення такої ж за складом і масою суміші?

- 21.51.** На реакцію з 60 г суміші ферум (II) сульфату та ферум (III) сульфату витратили 1,5 дм<sup>3</sup> 0,02 М розчину калій перманганату, підкисленого сульфатною кислотою. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші.
- 21.52.** Маса твердого залишку, одержаного після повного розкладу суміші ферум (III) гідроксиду та купрум (II) гідроксиду, зменшилась на 19,08% порівняно з вихідною масою. Визначте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 21.53.** Ферум (II) сульфід, що містить домішки металічного заліза, розчинили в надлишку хлоридної кислоти. Утворилась газова суміш об'ємом 2464 мл (н.у.) і масою 3,402 г. Розрахуйте масову частку домішок заліза (%) у вихідній речовині.
- 21.54.** При дії на суміш заліза та міді надлишком розчину сульфатної кислоти виділилось 11,2 л газу (н.у.). А при розчиненні такої ж маси вихідної суміші в концентрованій нітратній кислоті утворюється сіль, при термічному розкладі якої виділяється 28 л газової суміші (н.у.). Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 21.55.** Крізь розчин ферум (II) хлориду масою 200 г з масовою часткою солі 20% пропускали хлор до тих пір, поки масові частки солей у розчині не стали однаковими. Обчисліть об'єм хлору (н.у.), який вступив у реакцію.
- 21.56.** Знайдіть маси цинку та хлоридної кислоти з масовою часткою хлорводню 10%, які потрібно використати для добування водню, необхідно для повного відновлення суміші масою 165,6 г, що містить залізну окалину та ферум (III) оксид, кількості речовин яких відносяться як 1:2.
- 21.57.** Залізну пластинку помістили в розчин купрум (II) сульфату масою 600 г з масовою часткою солі 20%. Через деякий час її вийняли. Визначте ступінь виділення Купруму з купрум (II) сульфату (%), якщо маса пластинки збільшилась на 0,8 г.
- 21.58.** На суміш купрум (II) оксиду, заліза та міді масою 24,8 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Виділилось 6,72 л газу (н.у.). Розрахуйте масовий склад вихідної суміші (%), якщо відомо, що при взаємодії такої ж за складом і масою вихідної суміші з надлишком розбавленої сульфатної кислоти виділилось 2,24 л газу (н.у.).
- 21.59.** На розчинення суміші масою 62,4 г, що містить ферум (II) оксид та ферум (III) оксид, витратили 518,63 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,154$  г/мл.,  $W = 26\%$ ). Визначте масовий склад вихідної суміші оксидів.

- 21.40. 20 г суміші заліза та ферум (III) оксиду обробили надлишком хлоридної кислоти і одержали при цьому 2240 мл газу (н.у.). Обчисліть масові частки компонентів суміші (%).
- 21.41. При відновленні суміші ферум (III) оксиду та купрум (II) оксиду масою 159,5 г воднем (при нагріванні) одержали воду масою 45,0 г. Обчисліть масу одержаного заліза.
- 21.42. Суміш цинку та заліза масою 12,1 г помістили в розчин з надлишковою кількістю речовини купрум (II) хлориду. При цьому одержали 12,8 г міді. Обчисліть масові частки металів (%) у суміші.
- 21.43. При дії на сплав, що містить залізо, мідь та алюміній, в якому масова частка заліза становить 10%, надлишком хлоридної кислоти виділилось 13,44 л (н.у.) газу і залишилось 8,00 г нерозчинного залишку. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.44. Яку масу чавуну, масова частка Феруму в якому становить 95%, можна добути з червоного залізняка масою 20 т, масова частка Феруму в якому становить 60%?
- 21.45. Який об'єм займе газ при температурі 80°C, що виділиться при взаємодії 2,8 г заліза із сульфатною кислотою, яка міститься у 25 г розчину з масовою часткою кислоти 98%?
- 21.46. При дії надлишку розчину нітратної кислоти на залізо масою 13,89 г одержали ферум (III) нітрат, нітроген монооксид та воду. Складіть рівняння реакції та обчисліть об'єм газу, що виділиться, при температурі 30°C і тиску 105 кПа.
- 21.47. Ферум (III) нітрат наонагідрат одержують при взаємодії заліза з нітратною кислотою. Визначте масу заліза, що містить домішки, масова частка яких становить 5%, та масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 50%, які потрібно витратити для одержання 525,2 кг кристалогідрату. Який об'єм нітроген монооксиду (н.у.) виділиться при цьому?
- 21.48. Яку масу заліза можна одержати при взаємодії 5,33 г ферум (III) оксиду, що містить домішки силіцій діоксиду, масова частка яких становить 10%, та коксу масою 1,8 г?

## II РІВЕНЬ

- 21.49. Суміш масою 60,3 г, що містить залізо, алюміній та купрум (II) оксид, відновили воднем. На половину одержаної суміші подіяли концентрованою нітратною кислотою. Виділилось 4,48 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). При дії на іншу половину суміші хлоридною кислотою без доступу повітря утворилось 13,44 дм<sup>3</sup> газу (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 21.50. На суміш заліза, ферум (III) оксиду та кварцового піску масою 160 г подіяли розчином нітратної кислоти. При цьому утворилось 387,2 г

ферум (III) нітрату і 51,2 г нерозчинного залишку. Який об'єм хлоридної кислоти ( $\rho = 1,1$  г/мл,  $W = 20\%$ ) необхідно використати на розчинення такої ж за складом і масою суміші?

- 21.51. На реакцію з 60 г суміші ферум (II) сульфату та ферум (III) сульфату витратили 1,5 дм<sup>3</sup> 0,02 М розчину калій перманганату, підкисленого сульфатною кислотою. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші.
- 21.52. Маса твердого залишку, одержаного після повного розкладу суміші ферум (III) гідроксиду та купрум (II) гідроксиду, зменшилась на 19,08% порівняно з вихідною масою. Визначте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 21.53. Ферум (II) сульфід, що містить домішки металічного заліза, розчинили в надлишку хлоридної кислоти. Утворилась газова суміш об'ємом 2464 мл (н.у.) і масою 3,402 г. Розрахуйте масову частку домішок заліза (%) у вихідній речовині.
- 21.54. При дії на суміш заліза та міді надлишком розчину сульфатної кислоти виділилось 11,2 л газу (н.у.). А при розчиненні такої ж маси вихідної суміші в концентрованій нітратній кислоті утворюється сіль, при термічному розкладі якої виділяється 28 л газової суміші (н.у.). Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 21.55. Крізь розчин ферум (II) хлориду масою 200 г з масовою часткою солі 20% пропускали хлор до тих пір, поки масові частки солей у розчині не стали однаковими. Обчисліть об'єм хлору (н.у.), який вступив у реакцію.
- 21.56. Знайдіть маси цинку та хлоридної кислоти з масовою часткою хлорводню 10%, які потрібно використати для добування водню, необхідного для повного відновлення суміші масою 165,6 г, що містить залізну окалину та ферум (III) оксид, кількості речовин яких відносяться як 1:2.
- 21.57. Залізну пластинку помістили в розчин купрум (II) сульфату масою 600 г з масовою часткою солі 20%. Через деякий час її вийняли. Визначте ступінь виділення Купруму з купрум (II) сульфату (%), якщо маса пластинки збільшилась на 0,8 г.
- 21.58. На суміш купрум (II) оксиду, заліза та міді масою 24,8 г подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти. Виділилось 6,72 л газу (н.у.). Розрахуйте масовий склад вихідної суміші (%), якщо відомо, що при взаємодії такої ж за складом і масою вихідної суміші з надлишком розбавленої сульфатної кислоти виділилось 2,24 л газу (н.у.).
- 21.59. На розчинення суміші масою 62,4 г, що містить ферум (II) оксид та ферум (III) оксид, витратили 518,63 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,154$  г/мл.,  $W = 26\%$ ). Визначте масовий склад вихідної суміші оксидів.

- 21.60. На хлорування суміші масою 27,2 г, що містить магній та залізо, витратили 18,352 л хлору, виміряного при температурі 25°C і тиску 108 кПа. Обчисліть масовий склад вихідної суміші.
- 21.61. Суміш магнію, алюмінію та заліза масою 29,25 г обробили надлишком концентрованого розчину нітратної кислоти. На нерозчинний залишок масою 23,25 г подіяли надлишком концентрованого розчину лугу. Маса нерозчинного залишку зменшилась у 2,768 разу. Розрахуйте масові частки металів (%) у вихідній суміші.
- 21.62. До розчину, що містить 18,125 г суміші ферум (III) хлориду та алюміній хлориду, долили надлишок розчину натрій гідроксиду. Осад, що утворився, відфільтрували та прожарили. Маса залишку склала 4,000 г. Обчисліть масовий склад солей у вихідній суміші.
- 21.63. У розчин купрум (II) сульфату масою 150 г, що містить 0,3 моль речовини, помістили залізну пластинку масою 8 г. Розрахуйте: а) масу пластинки в момент, коли прореагує половина солі; б) масові частки (%) солей у розчині в момент, коли прореагує половина солі.
- 21.64. При прожарюванні 60,5 г нітрату металу зі ступенем окиснення +3 утворився його оксид та виділилась газова суміш об'ємом 21 л (н.у.). Визначте: а) формулу нітрату металу; б) густину за повітрям утвореної газової суміші; в) який об'єм розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 30% ( $\rho = 1,181 \text{ г/см}^3$ ) можна одержати з утвореної газової суміші.
- 21.65. Крізь розчин ферум (II) хлориду та розчин ферум (III) хлориду, які містились у різних електролізерах, пропускали електричний струм силою 4 А протягом 0,2 год. Визначте маси металів, які виділились за цей час на електродах в кожному електролізері, якщо електроліз солей не завершився.
- 21.66. Крізь 240 мл розчину ферум (II) хлориду з масовою часткою солі 10% ( $\rho = 1,05 \text{ г/мл}$ ) пропускали хлор до тих пір, поки масова частка ферум (II) хлориду не зменшилась у 2 рази. Визначте об'єм хлору (н.у.), який вступив у реакцію.
- 21.67. При нагріванні до 400°C ферум (II) карбонат розкладався за рівнянням  $3\text{FeCO}_3 = 2\text{CO}_2 + \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}$ . Газову суміш, одержану після прожарювання, пропустили крізь надлишок баритової води. При цьому утворилось 16,154 г осаду. Визначте вихідну масу ферум (II) карбонату, якщо відомо, що вихід продуктів реакції розкладу солі становить 90%.

### III РІВЕНЬ

- 21.68. Яку масу калій перманганату, масова частка домішок в якому становить 10%, потрібно витратити на добування хлору, що витратиться на повне окиснення суміші міді та заліза масою 2,00 г? Відомо, що при

взаємодії такої ж кількості металів із хлоридною кислотою виділяється газ, що повністю витрачається на взаємодію з 280 мл кисню (н.у.).

- 21.69. При дії на суміш мідних, залізних та алюмінієвих ошурок надлишком розчину сульфатної кислоти одержали 11,2 л газу (н.у.). При дії на таку ж за складом і масою суміш концентрованою нітратною кислотою утворилось 6,72 л водню (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші, якщо відомо, що при дії на таку ж за складом і масою суміш нітратною кислотою, утворилась сіль, при термічному розкладі якої виділилось 5,6 л (н.у.) газу.
- 21.70. На відновлення ферум оксиду невідомого складу масою 4 г витратили водень об'ємом 1680 мл (н.у.). Визначте формулу ферум оксиду.
- 21.71. На часткове відновлення ферум (III) оксиду масою 96 г витратили карбон монооксид об'ємом 4,48 л (н.у.). Визначте формулу утвореного оксиду Феруму.
- 21.72. На суміш залізних та магнієвих ошурок масою 28,64 г подіяли 300 мл 4,2 М розчину сульфатної кислоти. Для нейтралізації надлишку кислоти використали баритову воду, одержану розчиненням барій оксиду масою 91,8 г у воді. Обчисліть маси металів у вихідній суміші.
- 21.73. Крізь розчин ферум (II) хлориду об'ємом 300 мл ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ,  $W = 12,33\%$ ) пропускали хлор до моменту, коли масова частка ферум (II) хлориду в утвореному розчині стала дорівнювати масовій частці солі, що утворилась. Визначте: а) який об'єм хлору, виміряного при 20°C вступив у реакцію; б) яка маса піролюзиту, масова частка домішок в якому становить 15%, була використана для добування витраченого хлору.
- 21.74. У хлоридну кислоту ( $\rho = 1,149 \text{ г/мл}$ ,  $W = 30\%$ ) помістили залізну окалину масою 52,2 г. Для зв'язування надлишку кислоти в одержаний розчин добавили залізні ошурки. При цьому виділилось 3248 мл газу (н.у.). Обчисліть: а) масові частки речовин (%) в одержаному розчині; б) об'єм хлоридної кислоти, який використали.
- 21.75. До розчину, що містив 40 г ферум (III) сульфату та 68,4 г алюміній сульфату, добавили розчин натрій гідроксиду із вмістом речовини 3 моль. Одержаний осад відфільтрували, промили і прожарили, а фільтрат розбавили водою до 1,5 л. Обчисліть: а) масу та склад одержаного після прожарювання твердого залишку; б) молярні концентрації солей у розчині, що утворився.
- 21.76. Помістивши в розбавлену нітратну кислоту 28,77 г сплаву срібла, заліза та золота, одержали 10,006 л нітроген монооксиду та нерозчинний залишок масою 1,97 г. Визначте: а) масовий склад вихідної суміші металів; б) який об'єм 2,1 М розчину нітратної кислоти витратили на розчинення суміші.

- 21.77. Суміш масою 12,12 г, що містить ферум (II) оксалат та ферум (II) карбонат, піддали термічному розкладу без доступу кисню. Одержаний твердий залишок розчинили в надлишку розчину нітратної кислоти. Виділилось 672 мл нітроген монооксиду (н.у.). Обчисліть масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 21.78. При частковому термічному розкладі ферум (III) нітрату масою 19,36 г утворилось 9,64 г твердого залишку. Розрахуйте ступінь розкладання солі (%).
- 21.79. Розчин калій перманганату об'ємом 200 мл з концентрацією 0,5 моль/л, підкислений сульфатною кислотою, прилили до розчину солі Мора. Яка маса солі Мора містилась у розчині, якщо після взаємодії з калій перманганатом в розчині не виявили йонів  $Fe^{2+}$  та йонів  $MnO_4^-$ ?
- 21.80. Залізні ошурки масою 5,6 г окиснили хлором. Одержаний продукт розчинили у воді і довели об'єм розчину до 300 мл. До одержаного розчину прилили 200 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,173$  г/мл,  $W = 9,55\%$ ). Одержаний осад відфільтрували та прожарили. Визначте: а) масу одержаного твердого залишку, якщо вихід продукту реакції при прожарюванні осаду становить 85%; б) молярні концентрації речовин у фільтраті.
- 21.81. При розчиненні 7,2 г оксиду невідомого двохвалентного металу в надлишку розчину нітратної кислоти одержали 755,8 мл нітроген монооксиду, виміряного при температурі  $27^\circ C$  і тиску 110 кПа. Визначте невідомий метал.

## Розділ 22. ЕЛЕМЕНТИ ПОБІЧНИХ ПІДГРУП ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ (Cu, Zn, Ag, Mn, Cr)

### І РІВЕНЬ

- 22.1. Хром (VI) оксид масою 8 г розчинили у воді об'ємом 800 мл. Визначте масову частку (%) хромової кислоти в одержаному розчині.
- 22.2. Яку масу хрому можна одержати при відновленні хром (III) оксиду масою 120 кг, масова частка домішок в якому становить 7%?
- 22.3. Купрум (II) оксид масою 0,4 г розчинили в розчині сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 15%. Визначте: а) масу солі, що утворилась; б) масу розчину кислоти, яку витратили на розчинення оксиду.
- 22.4. У результаті термічного розкладу гідроксиду металу (II) масою 69,3 г одержали 12,6 г водяної пари. Визначте невідомий метал.
- 22.5. Визначте формулу кристалогідрату хром (III) сульфату, якщо в 179 г цього кристалогідрату зв'язано 81 г води.

- 22.6. Для добування ферохрому використовують суміш ферум (III) оксиду та хром (III) оксиду, маси яких відносяться як 2:3. Яку масу алюмінію потрібно використати на відновлення 250 г такої суміші?
- 22.7. При спалювання 52 г металу в атмосфері хлору одержали 158,5 г солі складу  $MeCl_3$ . Який метал спалили?
- 22.8. Визначте масу хром (VI) оксиду, необхідну для приготування 600 мл розчину хроматної кислоти з концентрацією кислоти 2 моль/л.
- 22.9. Суміш міді та цинку масою 20 г помістили в надлишок розчину лугу. Виділилось 5,6 л газу (н.у.). Визначте масову частку цинку (%) у вихідній суміші.
- 22.10. Яка маса розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 20% витратиться на взаємодію із сумішшю срібла та цинку масою 20 г, якщо масова частка срібла в суміші складає 70%?
- 22.11. Суміш масою 5,0 г, що містить цинк та мідь, помістили в надлишок розчину сульфатної кислоти. Виділилось 896 мл водню (н.у.). Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 22.12. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на окиснення купрум (II) сульфідом масою 17,2 г?
- 22.13. Яку масу цинкової обманки, масова частка домішок в якій становить 10%, потрібно окиснити, щоб одержати  $44,8$  м<sup>3</sup> сульфур діоксиду?
- 22.14. До розчину купрум (II) сульфату масою 300 г з масовою часткою солі 20% долили 300 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 30% ( $\rho = 1,33$  г/см<sup>3</sup>). Визначте масу одержаного осаду.
- 22.15. Цинк гідроксид масою 44,55 г піддали повному термічному розкладу. До одержаного залишку додали 600 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 15%. Визначте маси речовин в одержаному розчині.
- 22.16. На повне відновлення оксиду металу складу  $Me_2O_3$  масою 60,8 г використали певний об'єм водню. При цьому одержали 41,6 г металу. Визначте невідомий метал. Який об'єм водню використали (н.у.)?
- 22.17. При повному термічному розкладі 70 г цинк карбонату, що містить домішки, одержали 12 л газу (н.у.). Визначте масову частку домішок (%).
- 22.18. Срібло масою 10,8 г повністю розчинили в розбавленій нітратній кислоті. Визначте об'єм газу, який виділився (н.у.).
- 22.19. Еквімолярну суміш срібла та міді масою 25,8 г повністю розчинили в концентрованій сульфатній кислоті. Який об'єм газу (н.у.) виділився при цьому?
- 22.20. Визначте масу піролюзиту, масова частка манган діоксиду в якому 98%, необхідну для одержання 16,5 кг марганцю.

## II РІВЕНЬ

- 22.21. У розчин, що містить 40 г купрум (II) сульфату, помістили цинкову пластинку. Після того, як прореагувало 20% солі, маса пластинки змінилась на 0,25% від початкової. Визначте початкову масу пластинки.
- 22.22. Який об'єм розчину купрум (II) сульфату з масовою часткою речовини 0,15 можна приготувати з 7,5 моль купрум (II) сульфату? Густина одержаного розчину буде становити 1,2 г/мл.
- 22.23. У розчин меркурій (II) хлориду масою 50 г помістили цинкову пластинку масою 40 г. Після закінчення реакції маса пластинки становила 42,84 г. Визначте масову частку солі у вихідному розчині (%).
- 22.24. При частковому термічному розкладі цинк нітрату масою 63 г одержали твердий залишок масою 59,4 г. Визначте ступінь розкладання цинк нітрату (%).
- 22.25. Газ, одержаний при взаємодії міді з концентрованою сульфатною кислотою, пропустили крізь надлишок розчину калій гідроксиду. Одержали 2,5 л розчину, 1 мл якого містить 0,0015 моль солі. Обчисліть масу міді, яка прореагувала.
- 22.26. Суміш цинку та міді масою 22,693 г, у якій кількості речовин металів відносились відповідно як 1:3, розчинили в надлишку розчину нітратної кислоти. Розрахуйте густину за повітрям утвореної суміші  $N_2O$  та  $NO$ .
- 22.27. В якому об'ємі води потрібно розчинити мідний купорос масою 75 г, щоб утворився насичений при температурі 30°C розчин купрум (II) сульфату? Розчинність безводної солі при даній температурі становить 25 г на 100 г води.
- 22.28. У розчин, що містить 9,4 г купрум (II) нітрату та 9,75 г меркурій (II) нітрату, помістили кадмієву пластинку масою 50 г. На скільки збільшиться маса пластинки після повного витіснення металів із солей, що містились у розчині?
- 22.29. Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для відновлення 200,02 г суміші манган (IV) оксиду та хром (III) оксиду, кількості речовин яких відносяться як 1:4?
- 22.30. При взаємодії міді з концентрованою сульфатною кислотою одержали 75,0 г мідного купоросу. Розрахуйте маси міді та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 94%, які були використані, якщо у процесі реакції вся мідь перейшла в розчин, а кислота була використана на 90%.
- 22.31. Цинкову пластинку масою 20 г помістили у 300 г розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 20%. Якою стане маса пластинки після того, як прореагує 1/4 частина солі, що міститься в розчині?
- 22.32. Після прожарювання порошку міді масою 1,5 г на повітрі одержали суміш речовин масою, на 10% більшою від вихідної маси міді. Розрахуйте масові частки речовин (%) в одержаній суміші.
- 22.33. При взаємодії металічної міді з концентрованою сульфатною кислотою одержали розчин, з якого добули 62,5 г купрум (II) сульфату пентагідрату. Вихідну масу міді одержали при відновленні купрум (II) оксиду. Розрахуйте маси купрум (II) оксиду та розчину сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 80%, які були використані, якщо втрати металу при його відновленні з оксиду становили 15%.
- 22.34. До розчину, що містить 8,84 г цинк хлориду, прилили розчин, в якому міститься 6,5 г натрій гідроксиду. Розрахуйте масу осаду, який утворився.
- 22.35. При пропусканні кисню над нагрітою міддю одержали суміш речовин масою на 1/5 більшою за масу міді. Визначте масовий склад (%) одержаної суміші речовин.
- 22.36. Суміш масою 60 г, що містить алюміній та мідь, помістили в надлишок концентрованої нітратної кислоти. При повному електролізі солі, що містилась в одержаному розчині, на аноді виділилось 8,4 л (н.у.) газу. Визначте: а) об'єм газу (н.у.), який виділився при взаємодії суміші металів з нітратною кислотою; б) масовий склад суміші металів.
- 22.37. У розчин, де міститься 96 г купрум (II) сульфату та 124,8 г кадмій сульфату, помістили цинкову пластинку. На скільки збільшиться маса пластинки після закінчення реакції?
- 22.38. Сплав масою 30 г, що містить мідь та цинк, розчинили в концентрованої нітратній кислоті. До одержаного розчину додали надлишок розчину луку. Осад, що утворився, відфільтрували та прожарили. Маса одержаного залишку склала 18 г. Обчисліть масову частку міді (%) в сплаві.
- 22.39. Як відносились маси розчину купрум (II) нітрату з масовою часткою солі 5% та купрум (II) нітрат тригідрату, якщо після їхнього змішування одержали розчин з масовою часткою солі 30%?
- 22.40. До розчину купрум (II) хлориду масою 1,2 кг з масовою часткою солі 10% добавили 400 г розчину купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 30%. Крізь одержаний розчин пропускали електричний струм до тих пір, поки на катоді не припинилось виділення міді. Розрахуйте: а) об'єм газу, який виділився на аноді (н.у.); б) масу металу, що виділився на катоді, якщо вихід продукту становить 95%.
- 22.41. Суміш масою 20,1 г, що містить мідь, алюміній та купрум (II) оксид, відновили воднем. При дії на утворену суміш надлишком концентрованої сульфатної кислоти виділилось 3,721 л газу (н.у.) При дії на таку ж масу (20,1 г) вихідної суміші надлишком хлоридної кислоти одержали 10,08 л газу (н.у.). Визначте масовий склад (%) вихідної суміші речовин.

- 22.42.** Розрахуйте масу аргентум нітрату, що викристалізується при охолодженні до  $10^{\circ}\text{C}$  2,5 кг, насиченого при  $60^{\circ}\text{C}$  розчину аргентум нітрату. Розчинність солі при  $60^{\circ}\text{C}$  становить 525 г на 100 г води, а при  $10^{\circ}\text{C}$  — 70 г на 100 г води.
- 22.43.** Розрахуйте масу купрум (II) хлорид дигідрату та об'єм води, які потрібно взяти для приготування розчину з масовою часткою солі 30%, при повному електролізі якого можна одержати 20 г міді. Втрати металу становлять 10%.
- 22.44.** При повному електролізі солі, що містилась у водному розчині аргентум нітрату об'ємом 1400 мл ( $\rho = 1,03$  г/мл), на аноді виділився газ, який був повністю витрачений на окиснення 19,2 г міді. Розрахуйте масову частку солі (%) у вихідному розчині.
- 22.45.** Масова частка цинку в його сплаві з кадмієм становить 80%. Визначте масу сплаву, яку потрібно використати для взаємодії з хлоридною кислотою, щоб одержати 50 л (н.у.) водню.
- 22.46.** Цинк нітрат масою 141,75 г піддали повному термічному розкладу. Газову суміш, що утворилась, розчинили у воді об'ємом 450 мл. Розрахуйте масову частку речовини (%) в розчині.
- 22.47.** При повному термічному розкладі купрум (II) нітрату масою 84,6 г утворився твердий залишок, який повністю розчинили в розчині сульфатної кислоти з масовою часткою речовини 35%. Визначте: а) об'єм розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,26$  г/мл), який витратили на розчинення твердого залишку; б) масу мідного купоросу, яку можна одержати з одержаного розчину.
- 22.48.** У розчин, що містить 5,4 г купрум (II) нітрату та 3,4 г аргентум нітрату, помістили кадмієву пластинку масою 40 г. Якою стане маса пластинки після повного витіснення металів із розчинів їхніх солей?
- 22.49.** Яку масу суміші купрум (II) хлорид дигідрату та купрум (II) хлориду декагідрату, в якій маси солей відносяться як 1:1, потрібно взяти, щоб при змішуванні з розчином купрум (II) хлориду з масовою часткою солі 20%, одержати 200 г розчину солі з масовою часткою речовини 50%?
- 22.50.** Для окиснення 0,02 т цинк сульфід, що містить 10,0% негорючих домішок, використали 2600 м<sup>3</sup> повітря. Визначте об'ємний склад утвореної газової суміші (%).
- 22.51.** Визначте масу калій дихромату та об'єм хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 36% ( $\rho = 1,2$  г/мл), які потрібно використати для добування газу, потрібного для окиснення хрому масою 5,2 г. Розчин хлороводню потрібно взяти з 40%-ним надлишком.

### III РІВЕНЬ

- 22.52.** Крізь розчин купрум (II) сульфату масою 1,5 кг протягом 12 год пропускали електричний струм силою 2,68 А до повного розкладу солі. Визначте: а) масову частку солі у вихідному розчині (%); б) масову частку речовини в утвореному після електролізу розчині (%); в) об'єм газу (н.у.), який виділився на аноді.
- 22.53.** Газ, одержаний при дії на срібло масою 10,8 г надлишком концентрованої нітратної кислоти, пропустили крізь розчин барій гідроксиду масою 200 г з масовою часткою лугу 20,0%. Розрахуйте масові частки речовин в одержаному розчині (%).
- 22.54.** При повному електролізі солі, що містилась у розчині аргентум нітрату об'ємом 1,7 л ( $\rho = 1,01$  г/мл), на катоді одержали метал, на розчинення якого витратили 200 мл розчину нітратної кислоти ( $\rho = 1,154$  г/мл,  $W = 26\%$ ). Розрахуйте: а) масову частку аргентум нітрату у вихідному розчині (%); б) об'єм газу (н.у.), що виділився на аноді.
- 22.55.** Електроліз водного розчину купрум (II) нітрату з масовою часткою солі 8% проводили до тих пір, поки масова частка солі не зменшилась до 7%. У скільки разів при цьому зменшилась маса розчину?
- 22.56.** Еквімолярну суміш купрум (II) нітрату та аргентум нітрату піддали повному термічному розкладу. Одержали газову суміш об'ємом 17,92 л (н.у.). Розрахуйте масові частки солей (%) у вихідній суміші.
- 22.57.** Суміш невідомого кількісного складу купрум (II) нітрату та аргентум нітрату піддали термолізу. Утворилась газова суміш об'ємом 29,12 л (н.у.), а маса твердого залишку виявилась у 2,037 разу меншою за масу вихідної суміші. Розрахуйте масові частки солей у вихідній суміші.
- 22.58.** До 200 мл 0,3 М розчину калій дихромату добавили надлишок розчину лугу, а потім прилили 180 мл 1,5 М розчину барій хлориду. Визначте: а) масу осаду, що випав; б) об'єм 0,5 М розчину аргентум нітрату, який потрібно додати до одержаного розчину, щоб осадити всі наявні в розчині хлорид-йони.
- 22.59.** При повному обпалюванні купрум (II) сульфід масою 4,8 г одержали 896 мл газу (н.у.), який поглинули розчином калій гідроксиду об'ємом 20,51 мл ( $\rho = 1,219$  г/см<sup>3</sup>,  $W = 20\%$ ). Яка сіль утворилась? Визначте: а) масову частку домішок, що містились в купрум (II) сульфіді; б) який об'єм підкисленого сульфатною кислотою 0,03 М розчину калій дихромату може бути відновлений одержаною сіллю.



## Частина III. ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

### Розділ 23. НАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

#### I РІВЕНЬ

- 23.1. Визначте молекулярну формулу алкану, масова частка Карбону в якому становить 83,4%.
- 23.2. Який об'єм повітря потрібно використати для спалювання:  
а) 40 л бутану (н.у.); б) 100 м<sup>3</sup> суміші метану та пропану, об'ємна частка метану в якій становить 0,4; в) 8 м<sup>3</sup> етану з домішками карбон діоксиду, об'ємна частка яких становить 10%; г) 1,6 кг метану; д) 30 мл пропану (н.у.).
- 23.3. Який об'єм повітря (н.у.) витратиться на спалювання 20 л алкану, масова частка Гідрогену в якому становить 20%?
- 23.4. На спалювання невідомого вуглеводню об'ємом 3 л використали 18 л кисню. У результаті реакції утворилось 12 л карбон діоксиду та 12 л водяної пари. Виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте формулу невідомого вуглеводню.
- 23.5. Зразок технічного алюміній карбїду масою 16 г обробили надлишком води. Визначте об'єм повітря (н.у.), який витратиться на спалювання одержаного газу, якщо масова частка домішок в алюміній карбїді становила 10%.
- 23.6. При спалюванні алкану масою 1,8 г утворився карбон діоксид об'ємом 2,8 л (н.у.). Який об'єм кисню, вимірний за цих же умов, витратиться на спалювання алкану масою 3,6 г? У відповіді наведіть формулу алкану.
- 23.7. При спалюванні 0,29 г вуглеводню одержали 448 мл карбон діоксиду (н.у.) та 0,45 г парів води. Відносна густина парів вуглеводню за повітрям 2. Визначте формулу вуглеводню.
- 23.8. На спалювання 2,24 л вуглеводню невідомого складу витратили 56 л (н.у.) повітря. Утворилось 7,2 г води. Об'ємна частка кисню в повітрі становила 20%. Визначте формулу невідомого вуглеводню.
- 23.9. На спалювання 28,55 г алкану витратили 341,33 л повітря (н.у.). Визначте формулу алкану.
- 23.10. При спалюванні 6,19 г органічної речовини одержали 19,46 г карбон діоксиду та 7,97 г води. Густина парів цієї речовини за повітрям становить 2,414. Визначте формулу речовини.
- 23.11. Для спалювання 4 мл невідомого газу використали 18 мл кисню. При цьому утворилось 12 мл карбон діоксиду та 12 мл водяної пари. Виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте формулу вуглеводню.

- 23.12. На спалювання 200 мл невідомої органічної речовини витратили 900 мл кисню. Утворилось 600 мл карбон діоксиду та 600 мл водяної пари. Виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте формулу речовини.
- 23.13. Спалили 0,5 моль вуглеводню. При цьому утворилось 22,4 л (н.у.) карбон діоксиду та 1 моль води. Визначте формулу речовини.
- 23.14. При спалюванні 12 г невідомого вуглеводню утворилось 16,8 л (н.у.) карбон діоксиду та 27 г води. 1 л вуглеводню має масу 0,714 г (н.у.). Визначте формулу вуглеводню.
- 23.15. Масова частка Брому, що входить до складу дибромопохідного насиченого вуглеводню, становить 79,21%. Визначте формулу дибромопохідного алкану.

#### II РІВЕНЬ

- 23.16. Для спалювання 30 л суміші метану та етану (н.у.) витратили 428,57 л повітря, вимірюного за таких же умов. Визначте масову частку метану у вихідній суміші (%).
- 23.17. На спалювання 0,4 моль алкану витратили 213,33 дм<sup>3</sup> повітря (н.у.) Визначте формулу невідомого алкану.
- 23.18. Газ, одержаний при спалюванні 2,5 моль алкану, пропустили над розжареним вугіллям. При цьому одержали 201,6 л карбон монооксиду (н.у.). Вихід продукту реакції становив 90%. Визначте формулу алкану.
- 23.19. Який об'єм газу (н.у.) виділиться при сплавланні 30 г натрій ацетату та 15 г натрій гідроксиду?
- 23.20. Який об'єм метану можна добути з 14,4 г алюміній карбїду, масова частка домішок в якому становить 10 %?
- 23.21. Розрахуйте густину за воднем суміші метану, етану та пропану, кількості речовин яких відносяться відповідно як 3:2:5.
- 23.22. Визначте формулу циклоалкану, на спалювання одиниці об'єму якого витрачається 4,5 одиниці об'єму кисню.
- 23.23. На спалювання алкану масою 11,6 г витратили 29,12 л (н.у.) кисню. Визначте формулу вуглеводню.
- 23.24. При спалюванні циклоалкану масою 2,8 г утворилась вода масою 3,6 г. Який об'єм кисню витратився при цьому (н.у.)?
- 23.25. Який об'єм кисню, що містить домішки озону, об'ємна частка яких становить 2%, потрібно використати для спалювання 10 л пропану (н.у.)?
- 23.26. Який об'єм суміші озону і кисню, масова частка озону в якій становить 7%, потрібно використати для спалювання 0,45 моль етану?

- 23.27.** Монобромпохідна речовина невідомого насиченого вуглеводню містить 65% Броду. Визначте формулу речовини, напишіть структурні формули її ізомерів та їхні назви за систематичною номенклатурою.
- 23.28.** Для нейтралізації хлороводню, одержаного при радикальному хлоруванні насиченого вуглеводню об'ємом 896 мл (н.у.), використали 36,94 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою луку 16% ( $\rho = 1,137$  г/мл). Скільки атомів Гідрогену в молекулі вихідного вуглеводню замістилось на атоми Хлору?
- 23.29.** Продукти спалювання суміші етану та бутану об'ємом 616 мл (н.у.) пропустили крізь надлишок баритової води. На розчинення одержаного при цьому осаду витратили 73,21 мл хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 10% ( $\rho = 1,047$  г/мл). Розрахуйте об'ємну частку бутану (%) у вихідній суміші.
- 23.30.** Для нейтралізації хлороводню, що утворився при радикальному хлоруванні 985,6 мл (н.у.) газоподібного насиченого вуглеводню, використали 44 мл 2 М розчину натрій гідроксиду. Визначте формулу утвореного продукту, якщо його маса становить 4,972 г.
- 23.31.** При прожарюванні суміші масою 10,1 г, що складається з натрій ацетату і надлишку натрій гідроксиду, виділився газ, який прореагував на світлі з хлором. У результаті реакції утворилось 2,7625 г дихлорометану. Вихід дихлорометану становив 65%. Визначте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 23.32.** При прожарюванні суміші калій ацетату та калій гідроксиду, кількості речовин яких відносяться як 1:3, виділився газ, який прореагував при освітленні з парами броду. Одержали 29,88 г тетрабромометану при виході продукту 45%. Обчисліть: а) масові частки речовин у вихідній суміші (%); б) масові частки речовин у твердому залишку, утвореному після прожарювання вихідної суміші.

### III РІВЕНЬ

- 23.33.** Метан використали для добування ацетилену. Розрахуйте ступінь перетворення метану, якщо відомо, що одержана газова суміш містить 10% ацетилену (за об'ємом). Вважайте, що побічні процеси при розкладі метану не відбувались.
- 23.34.** Який об'єм суміші озону і кисню, об'ємна частка озону в якій становить 20%, витратиться на спалювання 50 л газової суміші, що містить метан, етан та етен об'єми яких відносяться відповідно як 2:1:2? Виміри об'ємів газів проводяться за нормальних умов.

- 23.35.** Газову суміш, що утворилася при спалюванні 3,6 г невідомої речовини, пропустили через поглинач з фосфор (V) оксидом, а потім крізь розчин кальцій гідроксиду. При цьому маса поглинача збільшилась на 5,4 г, а в розчині утворилось 5,0 г кальцій карбонату та 16,2 г кальцій гідрогенкарбонату. Визначте формулу речовини, яку спалили. Скільки ізомерів може мати ця речовина?
- 23.36.** Суміш метану та карбон діоксиду об'єми яких відносяться як 1:2, піддали конверсії. При цьому об'єм суміші збільшився в 1,33 разу. Визначте ступінь перетворення кожного газу (%).
- 23.37.** Спалили 40 мл невідомого насиченого вуглеводню в 300 мл кисню. Об'єм одержаної газової суміші склав 200 мл. Після пропускання цієї суміші крізь надлишок розчину луку її об'єм зменшився до 40 мл. Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов. Визначте формулу невідомого вуглеводню.
- 23.38.** До 33 мл суміші метану, водню та азоту додали 54 мл кисню. Одержану суміш привели до умов реакції. Після закінчення реакції та конденсації водяної пари об'єм суміші склав 31,2 мл. При пропусканні продуктів реакції крізь надлишок розчину натрій гідроксиду об'єм суміші зменшився до 9,6 мл. Визначте об'ємні частки метану та водню у вихідній суміші (%). Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов.
- 23.39.** При спалюванні вуглеводню певної маси утворився карбон діоксид, маса якого виявилась у 3 рази більшою за масу використаного вуглеводню. Визначте формулу речовини.
- 23.40.** До 80 мл газоподібного вуглеводню, взятого при температурі 0°C, додали 500 мл кисню (надлишок). Суміш підпалили. Після закінчення реакції і приведення до початкових умов об'єм газової суміші склав 340 мл, а після пропускання крізь розчин калій гідроксиду (КОН у надлишку) зменшився до 100 мл. Визначте формулу вуглеводню.
- 23.41.** Суміш рівних об'ємів метану та карбон діоксиду піддали конверсії. Об'єм газової суміші збільшився в 1,5 разу. Обчисліть ступінь перетворення кожного з вихідних газів (%).
- 23.42.** Спалили певний об'єм метану. Продукти спалювання послідовно пропустили через дві трубки. Перша з них наповнена надлишком фосфор (V) оксиду, а друга — надлишком розчину натрій гідроксиду. Маса другої трубки збільшилась на 40 г. Визначте: а) на скільки збільшилась маса першої трубки; б) чи вистачить даного об'єму метану для добування з нього 20 л (н.у.) ацетилену.
- 23.43.** Суміш 10 м<sup>3</sup> метану і 20 м<sup>3</sup> карбон діоксиду привели до умов реакції. Після завершення реакції вихідну суміш привели до початкових умов.

Її об'єм виявився на 26,6% більшим за об'єм вихідної суміші. Розрахуйте: а) об'ємний склад (%) утвореної газової суміші; б) ступінь конверсії метану (%).

- 23.44. Суміш метану та водяної пари об'ємом 95 л (н.у.) піддали конверсії. Утворилась суміш газів об'ємом 145 л (н.у.). Визначте ступінь конверсії метану та склад вихідної суміші (в об'ємних відсотках), якщо відомо, що після конденсації водяної пари та приведення утвореної суміші до початкових умов її об'єм склав 125 л.
- 23.45. У закритій посудині при температурі 130°C міститься суміш пропану та кисню, кількості речовин яких відносяться як 2:3. У скільки разів збільшиться тиск у посудині, якщо пропан спалити, а газоподібні речовини привести до початкової температури?

## Розділ 24. НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

### I РІВЕНЬ

- 24.1. Визначте формулу алкену, якщо відомо, що в присутності нікелевого катализатора алкен масою 14 г приєднує 5,6 л водню (н.у.).
- 24.2. При спалюванні 11,2 л вуглеводню утворилося 33,6 л карбон діоксиду та 27 г води. 1 л вуглеводню має масу 1,875 г. Усі виміри проводились за нормальних умов. Визначте формулу вуглеводню.
- 24.3. З 80 г технічного кальцій карбїду одержали 24 л (н.у.) ацетилену. Розрахуйте масову частку кальцій карбїду (%) у препараті.
- 24.4. На спалювання 150 см<sup>3</sup> невідомої газоподібної органічної речовини витратили 900 см<sup>3</sup> кисню. При цьому утворилося по 600 см<sup>3</sup> карбон діоксиду та водяної пари. Усі виміри проводились за однакових умов. Визначте формулу невідомої речовини.
- 24.5. Розрахуйте масу: а) суміші етану і етину об'ємом 22,4 л (н.у.), в якій об'ємні частки газів однакові; б) суміші етину та пропіну кількістю речовини 3 моль, якщо кількості речовин компонентів відносяться відповідно як 1:2; в) одного моля суміші етану, етину та пропіну, якщо відомо, що об'ємні частки етану і пропіну становлять відповідно 10% та 80%.
- 24.6. Який об'єм метану можна добути з 12 кг алюміній карбїду, масова частка домішок в якому становить 5%? Який об'єм ацетилену можна добути при термічному розкладі добутого метану?
- 24.7. При пропусканні ненасиченого вуглеводню масою 14 г крізь надлишок бромної води одержали 54 г дибромпохідного вуглеводню. Визначте формулу ненасиченого вуглеводню.
- 24.8. Визначте формулу дибромпохідного алкену, якщо відомо, що масова частка Гідрогену в цій сполуці становить 3,509 %.

- 24.9. Визначте об'єм розчину броду в тетрахлорметані ( $W(\text{Br}_2) = 15\%$ ,  $\rho = 1,6$  г/мл), який витратиться на взаємодію з 7,752 г суміші 2-пентину, 1,3-пентадієну та 1-пентину.
- 24.10. Алкен масою 4,2 г може приєднати 2,24 л хлору (н.у.). Розрахуйте об'єм кисню, що витратиться на спалювання 10 л цього вуглеводню. Виміри об'ємів газів проводились за нормальних умов.
- 24.11. Визначте об'ємний склад суміші ацетилену та етану, якщо відомо, що 5,6 г цієї суміші може приєднати 4,48 л водню (н.у.).
- 24.12. При спалюванні 0,25 моль невідомого вуглеводню утворилось 11,2 л (н.у.) вуглекислого газу та 0,5 моль води. Визначте молекулярну формулу невідомого вуглеводню.
- 24.13. Дієновий вуглеводень масою 5,4 г може приєднати максимум 4,48 л хлороводню (н.у.). Встановіть молекулярну формулу сполуки, складіть структурні формули її ізомерів.
- 24.14. Ацетиленовий вуглеводень масою 10,8 г повністю прореагував з 14,6 г хлороводню. Визначте формулу невідомої сполуки, складіть структурні формули ізомерів та назвіть їх.
- 24.15. Який об'єм ацетилену (н.у.) можна добути з 0,2 кг кальцій карбїду, масова частка домішок в якому становить 0,2?
- 24.16. Розрахуйте, який об'єм повітря потрібно використати для спалювання: а) 10 мл пропену; б) 2 м<sup>3</sup> суміші пропену та бутану, об'ємна частка пропену в якій становить 40%; в) 100 см<sup>3</sup> суміші етену, пропану та пропіну, об'ємна частка етену в якій становить 0,2, а об'єми пропану та пропіну відносяться як 1:2. Виміри проводяться за однакових умов.

### II РІВЕНЬ

- 24.17. До 200 мл суміші етену і пропену добавили 800 мл кисню (н.у.). Одержану суміш привели до умов реакції. Після приведення до нормальних умов і поглинання вуглекислого газу лугом виявили, що об'єм утвореної суміші склав 170 мл. Розрахуйте об'ємний склад вихідної суміші.
- 24.18. До 60 мл суміші пропену та бутену добавили 360 мл кисню (н.у.). Одержану суміш привели до умов реакції. Після приведення утвореної газової суміші до нормальних умов її об'єм склав 250 мл. Розрахуйте об'ємні частки компонентів у вихідній суміші (%).
- 24.19. Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 10% потрібно використати для спалювання 200 мл (н.у.) суміші, що містить етен і ацетилен, якщо відомо, що об'єм ацетилену в суміші у 2 рази більший, ніж об'єм етену?

- 24.20. Розрахуйте об'єм водню (н.у.), який використали на каталітичне гідрування 16,8 л 1,3-бутадієну (н.у.), якщо одержана суміш, що складається з бутану та ізомерних бутенів, знебарвлює 800 г розчину бром у тетрахлорметані з масовою часткою бром у 10%.
- 24.21. На знебарвлення розчину бром у тетрахлорметані, у якому міститься 1,43 г бром у, використали 400 мл суміші метану та пропену (н.у.). Розрахуйте об'ємну частку пропену в суміші (%).
- 24.22. Після змішування 500 мл суміші метану та ацетилену з 800 мл водню в присутності нікелевого каталізатора і при нагріванні об'єм утвореної газової суміші склав 700 мл. Визначте об'ємний склад вихідної суміші (%). Виміри об'ємів газів проводились за однакових умов.
- 24.23. Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню (в л) з об'ємною часткою озону 20%, який потрібно використати на спалювання 0,24 м<sup>3</sup> суміші, що містить етен, етин та пропен, об'єми яких відносяться відповідно як 3:1:2.
- 24.24. Водень об'ємом 10 л (н.у.) добавили до такого ж об'єму суміші метану, етену та бутену, маса якої становить 15,86 г. Отриману суміш пропустили над нагрітим нікелевим каталізатором. Об'єм суміші при цьому зменшився до 12 л (н.у.). Визначте об'ємний склад використаної суміші вуглеводнів (%).
- 24.25. При нагріванні 24 г насиченого одноатомного спирту з концентрованою сульфатною кислотою одержали етиленовий вуглеводень, що може приєднати 15,3 мл бром у ( $\rho = 3,14$  г/мл). Визначте формулу спирту, використаного для проведення реакції дегідратації. Врахуйте, що вихід алкєну становить 75%.
- 24.26. Деякий вуглеводень при взаємодії з хлором може утворити дихлорид або тетрахлорид. Відношення молекулярних мас дихлориду і тетрахлориду становить 0,637. Які можливі структури може мати вихідний вуглеводень? Визначте його формулу.
- 24.27. Весь карбон діоксид, одержаний при спалюванні 40 л суміші метану та ацетилену, густина за воднем якої дорівнює 9, пропустили крізь 500 мл розчину калій гідроксиду з масовою часткою речовини 32% ( $\rho = 1,3$  г/мл). Визначте, які речовини будуть міститись в одержаному розчині та їхні масові частки (%).
- 24.28. Суміш етену і ацетилену об'ємом 2464 мл (н.у.) пропустили крізь розчин бромної води масою 1573,3 г з масовою часткою бром у 3%. Для повного знебарвлення бромної води довелося додати 6,5 г порошкоподібного цинку. Розрахуйте об'ємну частку етену у вихідній суміші (%).
- 24.29. Газова суміш складається з алкану та алкіну, об'єми яких відносяться як 2:3. До складу молекул вуглеводнів входить однакова кількість ато-

мів Карбону. Густина суміші за повітрям становить 1,917. Визначте молекулярні формули вуглеводнів.

- 24.30. Газова суміш складається з насиченого та ненасиченого вуглеводнів, які мають однакову молекулярну масу. Густина суміші за азотом становить 2,5. Визначте молекулярні формули вуглеводнів, наведіть не менше шести ізомерів і назвіть кожний ізомер за міжнародною номенклатурою.
- 24.31. Два ненасичені вуглеводні мають однаковий елементарний склад: 85,714% С та 14,286% Н за масою. Густина парів вуглеводнів за повітрям становить відповідно 1,448 та 2,414. Визначте молекулярні формули вуглеводнів.
- 24.32. При дії на ненасичений вуглеводень надлишком розчину хлору в тетрахлорметані утворилося 14,1 г дихлориду, а при дії на таку ж кількість речовини цього вуглеводню надлишком бромної води одержали 23 г диброміду. Визначте молекулярну формулу вуглеводню. Напишіть структурні формули його ізомерів.
- 24.33. При гідруванні суміші ацетилену та пропену одержали 56 л суміші насичених вуглеводнів, густина якої за гелієм становить 9,25. Визначте: а) об'ємний склад вихідної суміші; б) масові частки газів у вихідній суміші (%).

### III РІВЕНЬ

- 24.34. Для каталітичного гідрування алкіну невідомого складу потрібно використати 1,7 л водню (н.у.). Така ж кількість речовини вуглеводню при взаємодії з бромом утворює 15,24 г тетраброміду з розгалуженим карбоновим скелетом. Визначте формулу алкіну і напишіть його структурну формулу.
- 24.35. Густина за воднем суміші бутену, етену та пропіну становить 21,625. Об'єми бутену і етену в суміші відносяться як 4:1. Визначте масові частки бутену і пропіну в суміші.
- 24.36. Суміш етану, етену та ацетилену масою 12,32 г пропустили крізь надлишок амоніачного розчину аргентум оксиду. Одержали осад масою 60 г. При пропусканні такої ж за складом та масою суміші крізь надлишок розчину бром у тетрахлорметані об'єм газу зменшився в 11 разів. Розрахуйте об'ємні частки (%) газів у вихідній суміші.
- 24.37. Суміш парів етену і кількох ізомерних монохлороалкєнів при температурі 140°C і тиску 98 кПа займає об'єм 17,51 л. Суміш спалили в надлишку кисню і одержали 14,4 г води. Густина вихідної суміші за воднем становить 28,15. Визначте: а) формули ізомерних монохлороалкєнів; б) об'єм розчину аргентум нітрату з масовою часткою солі 2%

- ( $\rho = 1,02$  г/мл), який витратиться на реакцію із продуктами, що утворюються при спалюванні вихідної суміші.
- 24.38. Суміш пропану і пропену, що має відносну молекулярну масу 42,8, піддали неповному гідруванню, після чого густина утвореної газової суміші за воднем стала 21,8. Визначте об'ємну частку (%) пропену, який вступив у реакцію гідрування.
- 24.39. Ізопрен, одержаний унаслідок дегідрування 2-метилбутану, пропустили крізь надлишок бромної води з масовою часткою броду 6%. Одержали органічний продукт масою 145,5 г. Обчисліть: а) масу 2-метилбутану, взятого для реакції; б) масу розчину броду, який витратився на реакцію.
- 24.40. Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню, що має густину за воднем 18, необхідний для спалювання 60 л (н.у.) суміші етану та ацетилену, кількості речовин яких відносяться як 1:2.
- 24.41. Вихідна суміш об'ємом 20,16 л (н.у.) містить метан, ацетилен та карбон діоксид. Відомо, що при пропусканні вихідної суміші крізь надлишок амоніачного розчину аргентум оксиду утвориться осад масою 24 г, а при пропусканні такої ж за складом суміші об'ємом 10,08 л крізь надлишок вапняної води утвориться 10 г осаду. Визначте: а) об'єм повітря (н.у.), який необхідно витратити на повне спалювання газу, що залишиться непоглинутим після пропускання 10,08 л суміші крізь вапняну воду; б) об'ємну частку ацетилену (%) у вихідній суміші.
- 24.42. До 200 мл суміші ацетилену та азоту добавили 600 мл кисню. Суміш привели до умов реакції. Об'єм утвореної суміші виявився меншим на 150 мл за об'єм вихідної суміші. Виміри об'ємів проводились за однакових умов. Визначте: а) об'ємні частки (%) газів в одержаній після спалювання суміші; б) масу ацетиленіду, що випав би в осад при пропусканні вихідної суміші ацетилену та азоту крізь надлишок амоніачного розчину аргентум оксиду.
- 24.43. Суміш метану та етену, що має густину за воднем 11,6, піддали частковому каталітичному гідруванню. Утворена газова суміш має густину за воднем 11,9. Обчисліть ступінь перетворення етену (%).
- 24.44. При пропусканні крізь надлишок бромної води 44,8 л (н.у.) суміші ацетилену, етану та метану прореагувало 80 г броду. Визначте об'ємний склад вихідної суміші, якщо її густина за воднем 13.
- 24.45. Розрахуйте об'єм водню (н.у.), який витратився на гідрування 4,20 л (н.у.) 1,3-бутадієну, якщо відомо, що одержана газова суміш містить бутан та ізомерні бутени і може знебарвити 200 г розчину броду в тетрахлорметані з масовою часткою броду 10%.

- 24.46. Який об'єм повітря (н.у.) необхідно використати для спалювання суміші циклопропану і пропену об'ємом 6 л (н.у.)?
- 24.47. Суміш 2-бутену і водню (густина за воднем 6,4) пропустили над платиновим каталізатором. Визначте густину за воднем одержаної газової суміші, якщо вихід продукту реакції становив 60%.

## Розділ 25. АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ

### І РІВЕНЬ

- 25.1. Який об'єм повітря, виміряний за нормальних умов, потрібно використати для спалювання 4,6 кг толуєну (толуолу)?
- 25.2. Яка маса бромобензену утвориться при взаємодії 166 г бензену (бензолу) та 110 мл броду ( $\rho = 3,1$  г/мл) у присутності ферум (III) бродіду?
- 25.3. Який об'єм водню (н.у.) виділиться при одержанні толуєну дегідроциклізацією 5,66 мл н-гептану ( $\rho = 0,708$  г/мл)?
- 25.4. Який об'єм хлору (н.у.) витратиться для добування 100 кг гексахлорциклогексану з бензену?
- 25.5. Яку масу бензену можна одержати з ацетилену, добутого з 128 г кальцій карбїду, масова частка домішок в якому 3,4%?
- 25.6. Ароматичний вуглеводень невідомої будови, що має в молекулі 8 атомів Карбону, при взаємодії з бромною водою утворює дигалогенопохідну речовину, густина парів якої за воднем становить 132. Напишіть структурну формулу вуглеводню та його назву.
- 25.7. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою луку 10% ( $\rho = 1,1$  г/см<sup>3</sup>) потрібно використати для нейтралізації неорганічного продукту реакції, одержаного у процесі добування бромобензену з 31,2 г бензену?
- 25.8. При хлорванні 39 г бензену одним молем хлору в присутності FeCl<sub>3</sub> одержали 0,25 моль хлоробензену. Розрахуйте вихід хлоробензену (%).
- 25.9. При гідруванні бензену масою 7,8 г утворилось 4,2 г (н.у.) циклогексану. Розрахуйте вихід циклогексану (%).
- 25.10. Який об'єм ацетилену витратили на виробництво 39 т бензену, якщо виробничі втрати склали 5%?
- 25.11. Розрахуйте об'єм водню (н.у.), який виділиться при каталітичному дегідруванні 49 г метилциклогексану в толуєн, якщо вихід продуктів реакції становить 75%.
- 25.12. Яку масу толуєну потрібно використати для одержання 113,5 г 2,4,6-тринітротолуєну, якщо вихід продукту реакції становить 80%?

- 25.13. Який об'єм водню (н.у.) виділиться при каталітичному дегідруванні 8,4 кг циклогексану, якщо вихід продуктів реакції становить 80%?
- 25.14. Розрахуйте масу бензену, який одержали з ацетилену, добутого з кальцій карбїду масою 42,8 г. Масова частка домішок у кальцій карбїді становить 18,4%, а вихід бензену становить 15%.
- 25.15. Визначте масу бензену, яку потрібно використати для добування 50 г 2,4,6-тринітротолуену, якщо вихід продукту реакції в останній стадії синтезу становить 90%.
- 25.16. Визначте масу вапняку, масова частка домішок в якому становить 10%, яку потрібно використати для добування 7,8 г бензену.
- 25.17. Складїть стехіометричну схему для розрахунку маси нітробензену, який добувають з алюміній карбїду в чотири стадїї. Визначте масу алюміній карбїду, яку потрібно використати для добування 40 г нітробензену.
- 25.18. З технічного бензену масою 8,67 г одержали 7,38 г нітробензену. Вихід продукту реакції становив 60%. Обчисліть масову частку (%) домішок у технічному бензенї.

### II РІВЕНЬ

- 25.19. Продукти спалювання 1,4-діетилбензену масою 3,35 г пропустили крізь 100 мл вапняної води з концентрацією луку 2 моль/л. Визначте масовий склад одержаного розчину.
- 25.20. Який об'єм (н.у.) повітря витратиться на спалювання 3,86 кг сумїші етанолу з бензеном, якщо кількості речовин компонентів сумїші відносяться відповідно як 5:2?
- 25.21. Під час каталітичного дегідрування етилбензену масою 79,1 г одержали 55,7 г стирену. Обчисліть: а) вихід продукту реакції (%); б) масу розчину бром у карбон тетрахлоридї з масовою часткою речовини 5%, яка витратиться на взаємодїю з одержаним стиреном.
- 25.22. При згоряннї гомолога бензену масою 12 г в надлишку кисню одержали карбон діоксид, який пропустили над розжареним вугїллям. При цьому одержали газову сумїш об'ємом 31,36 л, яку пропустили крізь надлишок вапняної води. Об'єм газу, що не поглинувся, склав 22,4 л. Об'єми газів вимїрювались за нормальних умов. Визначте формулу гомолога бензену і напишіть структурні формули його ізомерів.
- 25.23. На спалювання гомолога бензену масою 5,36 г витратили 57,6 л повітря (н.у.). Визначте його формулу.
- 25.24. При спалюванні гомолога бензену масою 21,2 г одержали сумїш карбон діоксиду та водяної пари масою 88,4 г. Визначте: а) формулу го-

молога бензену; б) об'єм повітря (н.у.), який витратився на спалювання гомолога бензену.

### III РІВЕНЬ

- 25.25. При нітруванні бензену утворилась деяка кількість речовини динітробензену. Для визначення масової частки динітробензену в одержаній сумїші продукти реакції масою 2,34 г спалили в чистому кисні. Об'єм одержаного азоту, вимїряний при температурї 27°C і тиску 740 мм рт. ст., склав 255,3 мл. Визначте масові частки (%) речовин в одержаній сумїші.
- 25.26. Сумїш бензену і циклогексану дегідрували над платиновим каталізатором. При цьому виділився водень, який витратили на гїдрування 7,8 г ацетилену. Якщо на речовину, одержану при дегідруванні, подїяти бромом у присутності ферум (III) бромїду, то виділиться газ, на реакцію з яким витратиться натрій гїдроксид, одержаний при розчиненнї 15,5 г натрій оксиду у водї об'ємом 300 мл. Визначте масову частку бензену у вихідній сумїші.
- 25.27. Пари бензену змішали з воднем при тиску 180 кПа і температурї 240°C. Кількості речовин бензену і водню відносяться як 1:5. Одержану сумїш пропустили через контактний апарат для синтезу циклогексану. Об'єм газу, що вийшов з контактного апарату при цїй же температурї і тиску 100 кПа, дорівнює вихідному об'єму газів. Визначте ступїнь перетворення (%) бензену в циклогексан.
- 25.28. На знебарвлення 320 г бромної води з масовою часткою бром у 10% витратили сумїш бензену та стирену певної маси. Визначте масову частку бензену в сумїші (%), якщо відомо, що при спалюванні такої ж за складом і масою сумїші бензену та стирену утворився газ, який при пропусканнї крізь надлишок баритової води викликав утворення осаду масою 788 г.
- 25.29. Газ, добутий при каталітичному бромуванні 130 мл бензену ( $\rho = 0,78$  г/мл), пропустили крізь надлишок бензолного розчину ізобутилену. Розрахуйте масу продукту, що утворився, якщо втрати в кожній реакції становили 20 %.
- 25.30. Певну кількість речовини бензену прогїдрували. При цьому утворилась сумїш циклогексану і циклогексену, яку витратили на знебарвлення 32 г розчину бромної води з масовою часткою бром у 10%. Розрахуйте масовий склад утвореної при гїдруванні сумїші, якщо відомо, що така ж кількість речовини бензену може повністю прореагувати при освітленнї з хлором, одержаним при взаємодїї манган (IV) оксиду масою 26,1 г з надлишком HCl.

## Розділ 26. НАСИЧЕНІ ОДНОАТОМНІ СПИРТИ. БАГАТОАТОМНІ СПИРТИ. ФЕНОЛИ

### I РІВЕНЬ

- 26.1. Пропанол кількістю речовини 0,75 моль нагріли з надлишком калій броміду та сульфатної кислоти. Визначте масу органічного продукту, якщо його вихід становить 90%.
- 26.2. З технічного кальцій карбїду масою 55 г при дії надлишку води можна одержати 16,8 л (н.у.) ацетилену. Визначте масу технічного кальцій карбїду, потрібну для добування абсолютного (безводного) етанолу об'ємом 200 мл ( $\rho = 0,8$  г/мл).
- 26.3. До еквімолярної суміші метанолу та етанолу масою 148,2 г добавили надлишок металічного натрію. Визначте: а) об'єм водню (н.у.), який виділився; б) масу металічного натрію, що прореагував зі спиртами; в) масовий склад вихідної суміші спиртів.
- 26.4. До 200 г водного розчину фенолу з масовою часткою речовини 8% добавили калій оксид певної маси. В одержаному розчині виявили лише калій фенолят. Розрахуйте його масову частку в розчині (%).
- 26.5. При дії металічного натрію на насичений одноатомний спирт одержали алкоголь, масова частка Натрію в якому становить 28,05%. У реакцію вступило 2,3 г металу. Визначте: а) формулу спирту; б) об'єм водню (н.у.), що виділився.
- 26.6. При нагріванні насиченого одноатомного спирту масою 18,5 г з концентрованою сульфатною кислотою утворився алкен масою 12,6 г. Вихід продукту становив 90%. Визначте формулу вихідного спирту.
- 26.7. При взаємодії 16 мл насиченого одноатомний спирту ( $\rho = 0,8$  г/мл) з натрієм виділився водень кількістю речовини, достатньою для повного гідрування 1,558 л ацетилену (н.у.). Визначте формулу спирту.
- 26.8. Бромна вода, що містила 43,2 г бром, повністю прореагувала з фенолом, що містився у 15 г водного розчину. Розрахуйте масову частку фенолу у водному розчині (%).
- 26.9. При дії на суміш метанолу і фенолу надлишком бромної води утворилось 33,1 г осаду, а при дії на таку ж за складом і масою суміш натрієм виділився газ у кількості, достатній для повного гідрування 4480 мл пропену (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) фенолу в суміші.
- 26.10. Розрахуйте об'єм абсолютного (безводного) етанолу ( $\rho = 0,8$  г/мл), необхідний для одержання дивінілу (вихід дивінілу становить 80%), якщо відомо, що весь водень, який при цьому виділиться, буде викорис-

таний на відновлення 120 г оцтового альдегіду (вихід продукту реакції становить 70%).

- 26.11. Хлороводень, одержаний при дії надлишку концентрованої сульфатної кислоти на 11,7 г натрій хлориду, витратили на реакцію з еквімолярною сумішшю метанолу і етанолу. Визначте масову частку метанолу (%) у вихідній суміші.
- 26.12. Який об'єм розчину фенолу в бензені з масовою часткою фенолу 10% ( $\rho = 0,9$  г/мл) повинен прореагувати з металічним натрієм, щоб добутого газу вистачило на повне каталітичне гідрування 2,24 л (н.у.) ацетилену?
- 26.13. Розрахуйте масу етеру, який можна одержати з 0,2 моль 1-пропанолу при міжмолекулярній дегідратації, якщо вихід етеру становить 75% від теоретично можливого.

### II РІВЕНЬ

- 26.14. При міжмолекулярній дегідратації одноатомного насиченого спирту невідомої будови та складу масою 100 г виділилось 21,09 г води. Вихід продуктів реакції становив 75%. Визначте будову спирту.
- 26.15. При нагріванні 15 г одноатомного насиченого спирту невідомого складу з концентрованою сульфатною кислотою утворилось 9,45 г алкену. Вихід продуктів реакції становив 90%. Визначте будову спирту, якщо відомо, що при його окисненні за допомогою купрум (II) оксиду утворюється сполука, яка дає реакцію «срібного дзеркала».
- 26.16. Для нейтралізації суміші етанолу і фенолу витратили 65,31 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20,0% ( $\rho = 1,225$  г/мл). При взаємодії такої ж за складом і масою суміші з надлишком металічного натрію виділилось 6,72 л газу (н.у.). Розрахуйте масову частку фенолу в суміші (%).
- 26.17. На 32,4 г суміші фенолу і гомолога бензену подіяли надлишком бромної води. Випало 33,1 г осаду. Визначте склад ароматичного вуглеводню, якщо відомо, що його у вихідній суміші містилось 0,25 моль. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 26.18. При дії на 30 г одноатомного насиченого спирту невідомого складу розчином гідроген бромїду з масовою часткою кислоти 40% ( $\rho = 1,5$  г/мл) одержали 46,13 г алкілбромїду. Визначте формулу спирту. Який об'єм розчину гідроген бромїду витратили на реакцію? Врахуйте, що вихід продукту реакції становив 75%.
- 26.19. Змішали 80 г водного розчину етанолу з масовою часткою спирту 96% і 120 г водного розчину етиленгліколю з масовою часткою речовини

- 90%. Розрахуйте об'єм газу, який виділиться, якщо до суміші додати технічний кальцій карбід масою 40 г з масовою часткою домішок 20%.
- 26.20. До суміші фенолу та 4-бромфенолу масою 11 г додали надлишок бромної води. При цьому одержали 24,825 г осаду. Визначте масовий склад вихідної суміші.
- 26.21. При дії надлишку натрію на суміш фенолу та метанолу виділилось 4,48 л (н.у.) водню. А для повної нейтралізації такої ж за складом і масою суміші витратили 300 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією лугу 1 моль/л. Розрахуйте масову частку фенолу (%) у вихідній суміші.
- 26.22. При добуванні синтетичного каучуку методом С. В. Лебедева використали етанол, пари якого пропустили над нагрітим катализатором. При цьому добули 1,3-бутадієн, водень та воду. Яку масу бутадієну одержали з 500 л етанолу ( $\rho = 0,8$  кг/л), масова частка води в якому становила 2%? Вихід продуктів реакції склав 80%.
- 26.23. При окисненні 21 г алкену водним розчином калій перманганату одержали двоухатомний спирт масою 38 г. При взаємодії утвореного спирту з надлишком металічного натрію виділився газ, який використали на гідрування бензену. Визначте будову двоухатомного спирту і масу бензену, яку прогідрували.
- 26.24. Густина за амоніаком суміші чадного газу та водню становить 0,5. Після пропускання її через контактний апарат утворилась суміш з густиною за амоніаком 0,625. Розрахуйте об'ємну частку парів метанолу (%) в утвореній газовій суміші. Визначте ступінь перетворення (%) карбон монооксиду в метанол.
- 26.25. Пари води змішали з етенем у замкнутому реакторі для синтезу етанолу (при високому тиску і температурі 227°C). Кількості речовин води і етену відносились як 3:1 Після закінчення реакції тиск газів при незмінній температурі зменшився на 5%. Визначте: а) об'ємну частку етанолу в утвореній суміші (%); б) ступінь перетворення етену в етанол (%).
- 26.26. Масова частка Оксигену у водному розчині метанолу становить 73,56%. Розрахуйте масову частку спирту в розчині (%).

### III РІВЕНЬ

- 26.27. Яким стане тиск в однілітровій закритій посудині, в якій прореагували 9,2 г гліцерину та 6,9 г натрію? Початковий тиск у посудині дорівнював 1 атм.
- 26.28. З 400 г мідного купоросу, масова частка домішок в якому становить 20%, приготували розчин купрум (II) сульфату. До нього добавили

надлишок розчину лугу, а потім надлишок гліцерину. Розрахуйте масу купрум (II) гліцерату (внутрішньокомплексної солі), що утворилася, якщо вихід продукту реакції становив 60%.

- 26.29. На гліцерин подіяли надлишком концентрованої нітратної кислоти у присутності сульфатної концентрованої кислоти. Одержану речовину масою 100 г піддали термічному розкладу. Продукти розкладу пропустили послідовно крізь розчини лугу, концентрованої сульфатної кислоти та над нагрітою мідною спіраллю. Газ, що залишився, зібрани в мірний циліндр над водою. Що це за газ? Знайдіть його масу та об'єм (н.у.).
- 26.30. Яким стане тиск у посудині об'ємом 2 л після вибуху тринітрату гліцерину масою 4,54 г? Відомо, що температура всередині посудини після вибуху становить 2000°C (вражайте, що до вибуху в посудині був вакуум).

### Розділ 27.

### АЛЬДЕГІДИ

#### I РІВЕНЬ

- 27.1. Визначте масу ацетальдегіду, яку можна добути з 2 т технічного кальцій карбїду, масова частка домішок в якому 15%.
- 27.2. Для добування оцтового альдегіду використали 600 мл (н.у.) ацетилену. Вихід продукту реакції становить 90%. Розрахуйте масу оцтової кислоти, яку можна добути при повному окисненні одержаного альдегіду. Відомо, що втрати кислоти складають 30%.
- 27.3. При окисненні одноатомного насиченого спирту масою 53,56 г за допомогою купрум (II) оксиду одержали 46,11 г альдегіду. Вихід альдегіду становив 90%. Визначте формулу спирту.
- 27.4. При гідратації ацетилену певної маси добули 0,5 т ацетальдегіду. Яку масу кальцій карбїду витратили для добування ацетилену? Врахуйте, що втрати на кожній стадії становили 5%.
- 27.5. З ацетилену об'ємом 60 л добули оцтовий альдегід (реакція Кучерова). Вихід альдегіду становив 80%. З добутого альдегіду одержали розчин з масовою часткою речовини 30%. Визначте масу цього розчину.
- 27.6. При окисненні амоніачним розчином аргентум (I) оксиду невідомого альдегіду масою 0,44 г одержали осад металічного срібла. На його розчинення витратили 16,8 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 10%. Визначте формулу альдегіду.
- 27.7. На каталітичне окиснення технічного ацетальдегіду масою 10 г витратили 18,6 г купрум (II) гідроксиду. Розрахуйте масову частку (%) оцтового альдегіду в технічному препараті.



- 27.8. Масові частки Карбону, Гідрогену та Оксигену в альдегіді становлять відповідно 66,67%, 11,11% та 22,22%. Який об'єм водню (н.у.) потрібно використати для гідрування цього альдегіду масою 216 г до відповідного спирту?
- 27.9. При дії амоніачного розчину аргентум (I) оксиду на насичений альдегід масою 0,52 г одержали 1,25 г срібла. Вихід продуктів реакції становив 80%. Визначте формулу альдегіду.
- 27.10. При окисненні парів невідомого спирту масою 30 г надлишком купрум (II) оксиду одержали альдегід і мідь. На повне розчинення одержаного металу витратили 55,61 мл розчину сульфатної кислоти ( $\rho = 1,8356$  г/мл,  $W = 96\%$ ). Який альдегід одержали?
- 27.11. З кальцій карбїду масою 20 г, в якому масова частка домішок становила 4%, одержали ацетилен, який перетворили на оцтовий альдегід за реакцією Кучерова. Яка маса срібла виділиться при взаємодії одержаного альдегіду з надлишком амоніачного розчину аргентум (I) оксиду? Вихід продуктів реакції складає 90%.

### II РІВЕНЬ

- 27.12. До водного розчину невідомого альдегіду масою 132 г з масовою часткою речовини 20% добавили надлишок амоніачного розчину аргентум (I) оксиду. Випав осад, на повне розчинення якого витратили 189 г розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 80%. Визначте формулу альдегіду.
- 27.13. У 300 г води розчинили формальдегід, одержаний при окисненні метанолу масою 40 г купрум (II) оксидом. Вихід продуктів реакції становив 80%. Розрахуйте масову частку формальдегіду в одержаному розчині (%).
- 27.14. При каталітичному відновленні воднем 8,8 г насиченого альдегіду одержали 7,36 г спирту. Вихід спирту становив 80%. Визначте склад насиченого альдегіду.
- 27.15. Яку масу формалїну з масовою часткою альдегіду 40% можна одержати з альдегіду, який утворився при каталітичному окисненні 200 л метану (н.у.), якщо вихід продукту реакції окиснення становить 80%?
- 27.16. Яку масу кальцій карбїду, масова частка домішок в якому становила 10%, використали для одержання з нього в кілька стадій оцтової кислоти, яка при взаємодії з надлишком питної соди виділила газ, з якого одержали 100 г натрій гідрогенкарбонату?
- 27.17. При нагріванні водного розчину формалїну з масовою часткою HCOH 35% випарували 40 г альдегіду та 10 г води. Розрахуйте масову частку формальдегіду в одержаному розчині.

- 27.18. У сталеву посудину місткістю 2,75 л помістили 1,29 г пентаналю і ввели туди кисень об'ємом 3,36 л. Визначте тиск у посудині (в атм) після повного спалювання альдегіду, якщо температура в посудині дорівнює 227°C.
- 27.19. Суміш парів формальдегіду та ацетальдегіду масою 1,04 г пропустили крізь надлишок амоніачного розчину аргентум (I) оксиду. Утворилося 10,8 г металу. Розрахуйте об'єм формальдегіду, що відповідає його масі у вихідній суміші.
- 27.20. Метилловий спирт, одержаний з 50,0 л синтез-газу, що має густину за воднем 5, окиснили в метаналь. Розрахуйте масу одержаного альдегіду, якщо вихід продукту становив 60%.
- 27.21. Для каталітичного гідрування 11,8 г суміші мурашиного та оцтового альдегідів до відповідних спиртів витратили такий об'єм водню (н.у.), який необхідно взяти для повного гідрування ацетилену, одержаного з 10,11 г кальцій карбїду. Масова частка домішок в кальцій карбїді становить 5%. Розрахуйте масову частку мурашиного альдегіду (%) в суміші.

### III РІВЕНЬ

- 27.22. Спирт, одержаний при відновленні 5,8 г насиченого альдегіду, нагріли з концентрованою сульфатною кислотою. Одержаний алкен витратили на реакцію з хлороводнем, який добули при дії на 5,85 г натрій хлориду надлишком концентрованої сульфатної кислоти. Визначте формулу альдегіду.
- 27.23. Для гідрування 19,2 г суміші мурашиного та оцтового альдегідів використали 56 л (н.у.) газової суміші, що містить водень та карбон діоксид і має густину за повітрям 1,2276. Визначте масову частку (%) мурашиного альдегіду в суміші.
- 27.24. Органїчна речовина А реагує з воднем та купрум (II) гідроксидом, однак не взаємодіє з бромною водою та кальцій оксидом. Масова частка Оксигену в речовині А становить 27,58%. Відомо, що речовина А не змінюється під дією розчину калїй перманганату з масовою часткою солі 2%. Визначте формулу речовини А.
- 27.25. Визначте кількість речовини, масу та кількість молекул оцтового альдегіду, який утвориться при окисненні 100 мл етанолу з масовою часткою спирту 96% ( $\rho = 0,8$  г/мл), якщо вихід альдегіду становить 90%.
- 27.26. Масова частка Оксигену в розчині оцтового альдегіду становить 50%. Визначте масову частку альдегіду (%) в розчині.

## Розділ 28. КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. ЕСТЕРИ. ЖИРИ

### І РІВЕНЬ

- 28.1. У розчин оцтової кислоти масою 300 г помістили надлишок питної соди. Внаслідок реакції виділився газ об'ємом 18 л (н.у.). Розрахуйте масову частку кислоти (%) у вихідному розчині.
- 28.2. Який об'єм оцтової есенції ( $\rho = 1,070$  г/мл) необхідно взяти для приготування столового оцту об'ємом 500 мл ( $\rho = 1,007$  г/мл)? Врахуйте, що масова частка оцтової кислоти в столовому оцті становить 6%, а в оцтовій есенції — 80%.
- 28.3. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 14% ( $\rho = 1,116$  г/мл) потрібен для нейтралізації одноосновної карбонової кислоти масою 40 г? Масові частки Карбону, Оксигену та Гідрогену в кислоті становлять відповідно 26,09%, 69,57% та 4,34%.
- 28.4. Який об'єм розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,173$  г/мл) потрібно використати на нейтралізацію розчину, в якому міститься по 10 г етанової та пропанової кислот?
- 28.5. Визначте формулу двоосновної насиченої карбонової кислоти, масова частка Оксигену в якій становить 54,24%.
- 28.6. Оцтовий ангідрид масою 40 г розчинили в 400 г розчину оцтової кислоти з масовою часткою речовини 20%. Розрахуйте масову частку кислоти в одержаному розчині (%).
- 28.7. Яку масу кальцій карбиду, що містить домішки, масова частка яких становить 10%, необхідно використати для одержання 150 кг оцтової есенції. Масова частка кислоти в есенції становить 70%. Врахуйте, що втрати на кожній стадії становлять 20%.
- 28.8. Розрахуйте масу оцтового ангідриду, яку потрібно розчинити у 200 г розчину оцтової кислоти, що містить 30 г кислоти, щоб одержати розчин з масовою часткою кислоти 40%.
- 28.9. Визначте формулу насиченої одноосновної карбонової кислоти, якщо відомо, що на реакцію з лугом, що містився в 16,95 мл розчину калій гідроксиду ( $\rho = 1,18$  г/мл,  $W = 22,4\%$ ), витратили 7,04 г цієї кислоти.
- 28.10. Калій гідроксид, який одержали при взаємодії 117,5 г калій оксиду з водою, витратили на нейтралізацію суміші мурашиної та оцтової кислот масою 143 г. Розрахуйте масові частки (%) кислот у вихідному розчині.
- 28.11. Суміш етилацетату та метилацетату масою 10,7 г спалили в надлишку кисню. При цьому одержали 10,08 л (н.у.) карбон діоксиду. Обчисліть масову частку (%) етилацетату у вихідній суміші.
- 28.12. До 10,6 г суміші фенолу та оцтової кислоти для їхньої повної нейтралізації добавили розчин натрій гідроксиду об'ємом 19,5 мл з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,23$  г/мл). Визначте масовий склад вихідної суміші (%).
- 28.13. При сплавленні суміші натрієвих солей оцтової та пропіонової кислот з надлишком натрій гідроксиду утворилась суміш двох газів, кількості речовин яких відносились як 2:3. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші солей.
- 28.14. При нагріванні концентрованої сульфатної кислоти із сумішшю оцтової та мурашиної кислот масою 34,6 г виділилось 2,24 л газу (н.у.). Розрахуйте масову частку (%) мурашиної кислоти в суміші.
- 28.15. Одноосновну насичену карбонову кислоту масою 9,2 г нейтралізували водним розчином натрій гідрогенкарбонату. При пропусканні одержаного при цьому газу крізь вапняну воду утворилось 10 г кальцій карбонату та 8,1 г кальцій гідрогенкарбонату. Яку кислоту використали? Який об'єм газу (н.у.) виділився?
- 28.16. При сплавленні натрієвої солі монокарбонової насиченої кислоти з надлишком натрій гідроксиду виділилось 1,12 л (н.у.) газу, що має густину 1,34 г/л. Визначте формулу кислоти, а також масу солі, що прореагувала.
- 28.17. При взаємодії невідомої насиченої одноосновної карбонової кислоти масою 7,4 г з абсолютним (безводним) етиловим спиртом у присутності концентрованої сульфатної кислоти одержали 8,16 г естеру. Вихід естеру становив 80%. Визначте формулу карбонової кислоти, а також об'єм використаного етанолу ( $\rho = 0,8$  г/мл). Врахуйте, що спирт брали з 50%-им надлишком.
- 28.18. На нейтралізацію суміші оцтової кислоти, оцтового альдегіду та етанолу масою 26,6 г використали 44,8 г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 25%. При взаємодії такої ж за складом і масою суміші з надлишком натрію виділилось 3,36 л газу (н.у.). Розрахуйте масові частки (%) речовин у суміші.
- 28.19. При взаємодії розчину насиченої одноосновної карбонової кислоти об'ємом 71,15 мл з масовою часткою кислоти 30% ( $\rho = 1,04$  г/мл) з надлишком калій гідрогенкарбонату виділилось 6,72 л газу (н.у.). Визначте формулу кислоти.
- 28.20. При дії на 20 г суміші олеїнової та пальмітинової кислот надлишком бромної води одержали 13,26 г продукту бромвання. Обчисліть масу олеїнової кислоти в суміші.
- 28.21. До 100 г розчину оцтової кислоти з масовою часткою речовини 25% добавили 30 г оцтового ангідриду. Визначте: а) масову частку (%) кислоти в утвореному розчині; б) масу одержаного розчину кислоти, яка витратиться на розчинення кальцій карбонату масою 50 г.

28.22. До 10,6 г суміші мурашиної та оцтової кислот прилили 218,2 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ( $\rho = 1,1$  г/мл). Для нейтралізації надлишку лугу використали 4,48 л карбон діоксиду (н.у.). Обчисліть маси кислот у вихідній суміші.

## II РІВЕНЬ

28.23. При дії надлишку металічного натрію на 13,8 г суміші етанолу та одноосновної насиченої карбонової кислоти виділилось 3,36 л газу (н.у.), а при дії на таку ж за складом і масою суміш насиченим розчином натрій гідрогенкарбонату виділилось 1,12 л газу (н.у.). Визначте масовий склад (%) вихідної суміші і склад кислоти.

28.24. До 29,6 г насиченої одноосновної карбонової кислоти добавили 54,55 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20% ( $\rho = 1,1$  г/мл). До одержаного розчину прилили надлишок концентрованого розчину натрій гідрогенкарбонату. При цьому виділилось 2,24 л (н.у.) газу. Визначте формулу вихідної кислоти.

28.25. Розрахуйте масу оцтового ангідриду, яку потрібно розчинити у 200 г розчину оцтової кислоти з масовою часткою речовини 20%, щоб подвоїти масову частку кислоти.

28.26. На натрій формиат масою 20,4 г подіяли надлишком концентрованої сульфатної кислоти. Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 10%, необхідний для спалювання одержаного газу.

28.27. Суміш бутаналу та 2-метилбутаналу масою 24,4 г ввели в реакцію «срібного дзеркала». При цьому випало в осад 64,8 г металу. Визначте масовий склад вихідної суміші альдегідів.

28.28. Суміш натрій карбонату та натрій формиату масою 48,4 г обробили надлишком концентрованої сульфатної кислоти. При цьому утворилось 13,44 л (н.у.) газоподібних продуктів. Визначте масовий склад вихідної суміші.

28.29. Для проведення гідролізу суміші етилацетату з фенолацетатом масою 21,6 г витратили натрій гідроксид, одержаний при взаємодії 6,9 г натрію з водою. Розрахуйте маси естерів у вихідній суміші.

28.30. Свіжоприготовлена суміш етанолу та етанової кислоти прореагувала з 420 г розчину питної соди з масовою часткою речовини 10%. Газ, що при цьому виділився, зайняв об'єм у 2,04 рази менший, ніж такий же газ, що утворився при повному спалюванні такої ж за складом і масою суміші. Об'єми газів вимірювали за однакових умов. Визначте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.

28.31. Суміш мурашиної та оцтової кислоти масою 14 г нагріли з концентрованою сульфатною кислотою. Одержаний газ спалили в надлишку кисню, а продукт спалювання пропустили крізь баритову воду. Утворилось 39,4 г осаду. Визначте масовий склад суміші.

28.32. При дії надлишку концентрованої сульфатної кислоти на суміш натрій формиату та натрій карбонату одержали газову суміш об'ємом 25,00 л (н.у.). Утворена газова суміш має густину за воднем 18,8. Розрахуйте масу вихідної суміші та масові частки речовин у суміші (%).

28.33. При нейтралізації насиченої двоосновної карбонової кислоти калій гідроксидом одержали сіль, маса якої виявилась в 1,644 рази більшою за масу вихідної кислоти. Визначте формулу кислоти.

28.34. При дії надлишку концентрованої сульфатної кислоти на суміш натрій формиату та натрій карбонату утворилась суміш газів об'ємом 672 мл (н.у.) і масою 1,00 г. Визначте: а) масу вихідної суміші; б) масові частки солей у вихідній суміші (%).

28.35. До 349,65 мл розчину калій гідрогенкарбонату з масовою часткою солі 13% ( $\rho = 1,1$  г/мл) добавили 21,2 г суміші оцтової і мурашиної кислот. Для розкладу надлишку калій гідрогенкарбонату довелося додати 50 мл хлоридної кислоти з концентрацією речовини 2 моль/л. Розрахуйте масові частки кислот (%) в суміші.

## III РІВЕНЬ

28.36. При нагріванні до певної температури 30 г оцтової кислоти та 14,4 г безводного метанолу в присутності сульфатної кислоти одержали рівноважну суміш. При дії на суміш надлишком барій нітрату утворилось 11,65 г осаду. Відомо, що при дії на таку ж за складом і масою рівноважну суміш надлишком питної соди виділиться газ об'ємом 11,2 л (н.у.). Визначте кількість речовини кожного компонента рівноважної суміші.

28.37. Суміш етилацетату та етилформиату масою 50 г нагріли з 250 мл баритової води з концентрацією лугу 2 моль/л. Відомо, що надлишок основи вступив у реакцію із сульфатною кислотою, що містилась у 184 мл розчину ( $\rho = 1,066$  г/мл,  $W = 10\%$ ) з утворенням білого осаду. Розрахуйте масову частку етилацетату (%) у вихідній суміші естерів.

28.38. Для проведення гідролізу суміші етилових естерів мурашиної та оцтової кислот масою 19,2 г у посудину, в якій містились естери, добавили 250 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією речовини 2 моль/л. Для нейтралізації речовини, що містилась в одержаному розчині, використали 57,12 мл хлоридної кислоти ( $\rho = 1,065$  г/мл,  $W = 15\%$ ). Розрахуйте масову частку етилформиату (%) в суміші.

28.39. При прожарюванні 32,4 г суміші натрій ацетату з надлишком натрій гідроксиду одержали газ, який прореагував при освітленні з хлором. При цьому утворилось 14,34 г хлороформу. Вихід хлороформу становив 60%. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.

- 28.40. При прожарюванні суміші натрієвих солей оцтової та пропіонової кислот з надлишком лугу утворилась газова суміш, що має густину за воднем 10,29. Розрахуйте масову частку натрій ацетату (%) у вихідній суміші.
- 28.41. При окисненні невідомого насиченого альдегіду амоніачним розчином аргентум оксиду випало 21,6 г осаду і утворилась карбонова кислота, при кип'ятінні якої з метанолом у присутності сульфатної кислоти утворилось 7,04 г відповідного естеру. Втрати під час реакції естерифікації становили 20%. Визначте формулу альдегіду.
- 28.42. На нейтралізацію водного розчину масою 200 г, в якому містились фенол та мурашина кислота, використали 173,46 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 14 % ( $\rho = 1,153$  г/мл). При доливанні до такого ж за складом і масою розчину надлишку розчину бром утворилось 132,4 г осаду. Розрахуйте: а) масові частки (%) фенолу та мурашиної кислоти у вихідному розчині; б) масу срібла, яку можна одержати при окисненні вихідного розчину амоніачним розчином аргентум оксиду.
- 28.43. Твердий жир масою 8,9 г, що є тригліцеридом однієї і тієї ж кислоти, повністю розчинили при нагріванні у 29,63 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ( $\rho = 1,08$  г/мл). Надлишок лугу нейтралізували хлоридною кислотою об'ємом 100 мл з концентрацією речовини 0,2 моль/л. Визначте формулу жиру.

## Розділ 29.

## ВУГЛЕВОДИ

### I РІВЕНЬ

- 29.1. Глюкозу масою 40 г піддали молочнокислому бродінню. Визначте масу одержаної молочної кислоти, якщо вихід продукту становив 80%.
- 29.2. Яку масу глюкози можна одержати з двох тонн картоплі, масова частка крохмалю в якій становить 20%, а втрати у процесі виробництва — 20%?
- 29.3. При спиртовому бродінні 400 г технічної глюкози одержали спирт, з якого приготували 177 г розчину етанолу з масовою часткою спирту 96%. Розрахуйте вихід спирту (%). Масова частка домішок у глюкозі, які не окиснюються, становить 10%.
- 29.4. Визначте маси солей, що утворюються при пропусканні карбон діоксиду, одержаного при спиртовому бродінні 1,5 моль глюкози, крізь розчин калій гідроксиду об'ємом 2 л з концентрацією лугу 2 моль/л.
- 29.5. При взаємодії продукту гідролізу сахарози з амоніачним розчином аргентум оксиду виділилось 10,8 г срібла. Визначте масу сахарози, яку піддали гідролізу.
- 29.6. Яку масу целюлози потрібно використати для одержання 42,32 кг етанолу, якщо вихід продукту реакції становить 92%?
- 29.7. При переробці 2 т крохмалю одержують 400 кг етанолу. Визначте вихід спирту (%).

- 29.8. Визначте маси целюлози та нітратної кислоти, які потрібно витратити на одержання 1 т тринітрату целюлози, якщо втрати у процесі виробництва становлять 12%.

### II РІВЕНЬ

- 29.9. Яка маса деревини, масова частка целюлози в якій становить 50%, витратиться на одержання 1,00 т гідролізного спирту, якщо виробничі втрати становлять 30%? Яка маса картоплі витратиться на виробництво такої ж маси спирту, якщо масова частка крохмалю в картоплі становить 20%, а втрати при добуванні крохмалю з картоплі становлять 15%?
- 29.10. Визначте масу етилового спирту, яку можна одержати з 1 т пшениці, масова частка крохмалю в якій становить 70%, якщо виробничі втрати становлять 15%.
- 29.11. Фільтрувальний папір масою 400 г піддали гідролізу в присутності концентрованої хлоридної кислоти. При цьому одержали 170 г глюкози. Розрахуйте (%) вихід глюкози.
- 29.12. Яку масу глюкози використали для реакції спиртового бродіння (вихід продукту 80%), якщо відомо, що для переведення одержаного вуглекислого газу в кислу сіль використали 200 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%? ( $\rho = 1,2$  г/мл)?
- 29.13. У результаті ферментативного молочнокислого бродіння глюкози масою 18 г одержали молочну кислоту (вихід продукту 80%). Розрахуйте масу натрій гідрогенкарбонату, яку потрібно використати для нейтралізації одержаної кислоти.
- 29.14. Визначте масу мононітрату целюлози, яку можна добути з деревини масою 200 кг, масова частка целюлози в якій становить 60%. Врахуйте, що вихід мононітрату целюлози становить 60%.

### III РІВЕНЬ

- 29.15. Провели спиртове бродіння глюкози масою 0,54 кг. Одержаний газ пропустили крізь надлишок вапняної води. Одержали 0,4 кг осаду. Розрахуйте вихід глюкози (%).
- 29.16. Під час бродіння 108 г глюкози одержали етанол, з якого добули 23,68 г діетилового етеру (вихід етеру становив 80%). Розрахуйте вихід етанолу (%).
- 29.17. У результаті спиртового бродіння глюкози добули етанол, який окиснили до карбонової кислоти. При дії надлишку натрій гідрогенкарбонату на одержану кислоту добули вуглекислий газ, який пропустили над розжареним вугіллям. При цьому одержали 50 л карбон монооксиду при виході продукту 50%. Вихід етанолу при бродінні глюкози становив 60%. Визначте: а) масу глюкози, яку піддали бродінню; б) масу водного розчину етанолу з масовою часткою спирту 80%, яку можна одержати з добутого етанолу.

- 29.18. Під час спиртового бродіння глюкози одержали газ, який, прореагувавши з калій гідроксидом, що містився у 200 мл 2 М розчину луку, утворив кислу сіль. Вихід етанолу становив 90%. Визначте: а) масу водного розчину етанолу з масовою часткою спирту 80%, яку можна одержати з добутого спирту; б) масу глюкози, яку використали для бродіння.
- 29.19. Визначте масу триацетату целюлози, яку можна одержати з 4,00 т деревини, масова частка целюлози в якій становить 52%, при виході естеру 80%.
- 29.20. Під час гідролізу крохмалю масою 0,81 кг одержали глюкозу, яку піддали спиртовому бродінню. Втрати в кожній з реакцій становили 20%. У результаті одержали водний розчин спирту масою 1,3 кг. Розрахуйте масову частку (%) етанолу в одержаному розчині.
- 29.21. З крохмалю масою 20,25 г одержали глюкозу (вихід глюкози 80%). До одержаної глюкози добавили надлишок амоніачного розчину аргентум оксиду. Визначте масу розчину нітратної кислоти з масовою часткою речовини 70%, яку потрібно витратити на розчинення одержаного металу.

## Розділ 30.

## АМІНИ

### І РІВЕНЬ

- 30.1. Який об'єм повітря (н.у.) потрібний для спалювання 120 г суміші, що складається з триетиламіну, метил-н-пентиламіну та диметилбутиламіну?
- 30.2. При відновленні нітробензену масою 184,5 г одержали анілін масою 100 г. Визначте: а) вихід аніліну (%); б) масу 2,4,6-триброманіліну, яку можна одержати при доливанні надлишку бромної води до одержаного аніліну.
- 30.3. Спалили 19 г еквімолярної суміші метиламіну та етиламіну. Розрахуйте об'єм азоту (н.у.), який виділився при цьому.
- 30.4. Яку масу бензену потрібно використати для добування хлориду феніламонію масою 119,31 кг, якщо відомо, що вихід аніліну при добуванні його з бензену становить 90%?
- 30.5. Визначте молекулярну формулу первинного аміну, якщо відомо, що при взаємодії з хлороводнем він утворює хлорид алкіламонію, масова частка Хлору в якому становить 43,55%.
- 30.6. Який об'єм займе при 15°C і тиску 95 кПа азот, що утвориться при спалюванні диметиламіну масою 40 г?
- 30.7. До розчину аніліну добавили надлишок бромної води. Утворилось 6,6 г осаду. Яку масу аніліну витратили на реакцію? Врахуйте, що масова частка домішок в аніліні становила 10%.

- 30.8. Нітробензен масою 85,0 г, масова частка домішок в якому становить 7%, відновили до аніліну (феніламіну). Вихід аніліну становив 85%. Визначте масу одержаного аніліну.
- 30.9. Яку масу бензену використали для синтезу аніліну масою 42 г, якщо вихід нітробензену становив 78%, а з 32,8 г нітробензену добули 20 г аніліну?
- 30.10. Яку масу 2,4,6-триброманіліну можна одержати при взаємодії аніліну кількістю речовини 0,4 моль з бромною водою об'ємом 867 мл і концентрацією речовини 1,5 моль/л?
- 30.11. При спалюванні 1,86 г газоподібної речовини утворилось 1,344 л карбон діоксиду (н.у.), 2,7 г води та азот. Густина речовини за повітрям становить 1,07. Визначте формулу речовини.

### ІІ РІВЕНЬ

- 30.12. На нейтралізацію суміші бензену, фенолу та феніламіну масою 54,5 г витратили 104,3 мл хлоридної кислоти ( $\rho = 1,05$  г/мл) з масовою часткою речовини 10,0%. Відомо, що при взаємодії такої ж за складом суміші масою 27,25 г з надлишком бромної води утворилось 59,43 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- 30.13. Для повного спалювання суміші метилбензену та феніламіну використали 54,88 л (н.у.) кисню. Після пропускання продуктів реакції крізь розчин натрій гідроксиду виявилось, що 2,24 л газу (н.у.) не поглинулось. Розрахуйте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 30.14. З нітробензену масою 28 г, що містив домішки, одержали 12,95 г хлориду феніламонію. Вихід аніліну з нітробензену становив 50%. Розрахуйте масову частку (%) домішок у нітробензені.
- 30.15. Розрахуйте об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 20%, який витратиться на спалювання 22,8 г еквімолярної суміші метиламіну та етиламіну.
- 30.16. До 40 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20% добавили диметиламін певної маси. Крізь одержаний розчин пропустили ацетилен. Поглинулось 1,344 л (н.у.) ацетилену. Яку масу диметиламіну добавили до кислоти?
- 30.17. Який об'єм суміші озону і кисню з об'ємною часткою озону 10% піде на спалювання 4,5 г вторинного аміну, якщо відомо, що його бромід алкіламонію містить 63,49 % Бром?
- 30.18. При спалюванні суміші аніліну та бензену одержали 9,64 л (н.у.) газової суміші. Після пропускання її крізь концентрований розчин луку не поглинулось 224 мл газу (н.у.). Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.

- 30.19.** Крізь суміш аніліну, бензену та фенолу масою 100 г пропустили сухий хлороводень. При цьому утворилось 51,8 г осаду, який відфільтрували. До фільтрату добавили бромну воду. При цьому одержали 19,86 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) речовин у вихідній суміші.
- 30.20.** Хлороводень пропустили крізь водний розчин первинного аліфатичного аміну масою 180 г з масовою часткою речовини 10%. Після цього розчин випарили. Одержали тверду білу речовину, масова частка Хлору в якій становить 43,55%. Визначте будову аміну та об'єм використаного хлороводню (н.у.).
- 30.21.** Первинний амін невідомого складу прореагував з хлороводнем. Маса утвореного продукту виявилась в 1,619 разу більшою за масу аміну, що прореагував. Визначте формулу аміну.
- 30.22.** Розрахуйте масу розчину бром у тетрахлорметані з масовою часткою бром у 10%, яку потрібно взяти для бромовання 7,48 г еквімолярної суміші фенолу та аніліну.
- 30.23.** Бензольний розчин фенолу та аніліну масою 200 г обробили послідовно надлишком водного розчину луку та надлишком хлоридної кислоти. При цьому маса бензольного розчину послідовно зменшувалась відповідно на 40 та 30 г. Визначте масові частки фенолу та аніліну (%) у вихідному розчині.
- 30.24.** На нейтралізацію водного розчину етиламіну масою 300 г витратили 300 мл хлоридної кислоти з концентрацією хлороводню 2 моль/л. Розрахуйте масову частку етиламіну (%) у вихідному розчині.
- 30.25.** Крізь суміш бензену, аніліну та фенолу масою 20 г пропустили сухий хлороводень. При цьому випало 2,59 г осаду. На нейтралізацію такої ж за складом і масою вихідної суміші витратили 6,67 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою луку 20,0% ( $\rho = 1,2$  г/мл). Визначте масовий склад вихідної суміші (%).
- 30.26.** Спалили 45,9 г суміші нітробензену та динітробензену. Масова частка мононітробензену в суміші становила 26,8%. Обчисліть об'єм азоту, який утвориться, при температурі 23°C і тиску 250 кПа.
- 30.27.** Суміш парів етану та етиламіну масою 18 г спалили в атмосфері кисню. Продукти спалювання пропустили крізь вапняну воду. При цьому утворилось 0,4 моль кальцій карбонату та 0,3 моль кальцій гідрокарбонату. Розрахуйте масові частки речовин у вихідній суміші (%).
- 30.28.** Крізь 63,8 г суміші фенолу, бензену та аніліну пропустили сухий хлороводень. Утворився осад масою 12,95 г. Осад відфільтрували, а до фільтрату добавили надлишок водного розчину натрій гідроксиду. При цьому розчин розшарувався. Верхній шар відділили, після чого маса фільтрату зменшилась на 18,8 г. Визначте масовий склад (%) вихідної суміші.

### III РІВЕНЬ

- 30.29.** При спалюванні суміші етиламіну та етанолу утворилось 31,36 л (н.у.) газової суміші, яку пропустили крізь надлишок розчину луку. При цьому 4,48 л газу не поглинулось. Розрахуйте масову частку етиламіну (%) у вихідній суміші.
- 30.30.** Для повного спалювання суміші метилбензену та аніліну використали 37,07 л повітря (н.у.). Утворені продукти пропустили крізь надлишок водного розчину барій гідроксиду. Не поглинулось 112 мл (н.у.) газу. Розрахуйте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 30.31.** Нітробензен масою 24,6 г відновили в анілін, який потім повністю піддали реакції каталітичного гідрування. Одержаний продукт реакції спалили. Газову суміш, що при цьому утворилась, пропустили через трубку з надлишком фосфор (V) оксиду, після чого маса трубки збільшилась на 17,82 г. Визначте вихід аніліну (%), вважаючи, що інші стадії проходили з виходом продуктів 100%.
- 30.32.** До 15,6 г еквімолярної суміші метанолу та етанолу добавили надлишок металічного натрію. При цьому виділився газ, який повністю витратили на відновлення 1-нітропропану в пропіламін. Розрахуйте масу нітропропану, яку можна відновити одержаним воднем, якщо водень беруть з 20%-им надлишком.
- 30.33.** Водень, що виділився при взаємодії 28 г суміші метанолу та етанолу з надлишком металічного натрію, був витрачений на добування 10,853 г аніліну з нітробензену. Визначте кількість речовини кожного спирту у використаній суміші.
- 30.34.** На реакцію із сумішшю, що містила анілін та первинний аліфатичний амін, масою 18,3 г витратили 10,95 г сухого хлороводню. Кількості речовин компонентів вихідної суміші відносились як 1:2. Визначте формулу аліфатичного аміну і його масову частку (%) у вихідній суміші.
- 30.35.** Для спалювання суміші бензену та аніліну використали 5,958 л кисню (н.у.). Продукти спалювання пропустили крізь надлишок водного розчину кальцій гідроксиду, при цьому не поглинулось 0,112 л газу (н.у.). Визначте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 30.36.** При спалюванні суміші метиламіну та етанолу утворилось 9 г води та виділилось 1,12 л газу, виміряного за нормальних умов. Відомо, що цей газ не взаємодіє з розчином луку. Визначте масову частку метиламіну (%) у вихідній суміші.
- 30.37.** Газ, що утворився під час добування бромобензену з бензену, пропустили крізь надлишок водного розчину метиламіну. Після випаровування розчину отримали 11,2 г твердої речовини. Визначте масу бензену, яку витратили на реакцію, якщо вихід бромобензену становив 80%.
- 30.38.** Газоподібні продукти спалювання суміші бензену та феніламіну пропустили крізь надлишок баритової води. Випало 709,2 г осаду. При дії

- на таку ж за складом і масою суміш сухим хлороводнем утворилось 51,8 г осаду. Розрахуйте масові частки (%) компонентів вихідної суміші.
- 30.39.** Газ, одержаний при добуванні бромобензену з 15,6 г бензену, витратили на реакцію з метиламіном, що містився в 30 г водного розчину. Вихід продуктів реакції бромовання становив 80%. Розрахуйте масову частку метиламіну (%) у водному розчині.
- 30.40.** При спалюванні суміші триметиламіну та метиламіну утворився карбон діоксид, об'єм якого виявився в 4,4 разу більшим за об'єм утвореного азоту. Визначте масову частку триметиламіну у вихідній суміші (%).
- 30.41.** Анілін, одержаний відновленням нітробензену масою 37,4 г, повністю прогідрували. Газоподібні продукти згорання одержаної сполуки зайняли об'єм 15,4 л (н.у.). Визначте вихід аніліну, якщо решта реакцій проходили без втрат.

## Розділ 31. АМІНОКИСЛОТИ. БІЛКИ

### I РІВЕНЬ

- 31.1.** Яку масу амінооцтової кислоти можна одержати з 50 г етанолу? Який об'єм амоніаку (н.у.) використають для добування амінокислоти?
- 31.2.** Яку масу кальцій карбїду використали для добування етилового естеру амінооцтової кислоти масою 10,3 г? Синтез відбувався в 7 стадій. Втрати на кожній стадії становили 10%. Врахуйте, що кальцій карбїд містив домішки, масова частка яких становила 5%.
- 31.3.** З етанової кислоти двохстадійним синтезом одержали 50 г амінооцтової кислоти. На нейтралізацію оцтової кислоти, що залишилась, витратили 25 мл розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,05$  г/мл,  $W = 10\%$ ) (попередньо стану кислоту відділили від одержаної амінооцтової кислоти). Яку масу етанової кислоти використали? Вихід продукту на кожній стадії становив 50%.
- 31.4.** Яку масу розчину амінооцтової кислоти з масовою часткою речовини 20% можна одержати з кальцій карбїду масою 128 г? Масова частка домішок у кальцій карбїді 10%. Синтез включає 5 стадій, а втрати на кожній з них становлять 10%.
- 31.5.** Напишіть структурні формули можливих ізомерів естеру  $\alpha$ -амінокислоти, масова частка Нітрогену в якій становить 9,66%. У відповіді вкажіть формулу амінокислоти.
- 31.6.** Який об'єм розчину натрій гідроксиду ( $\rho = 1,1$  г/мл,  $W = 10\%$ ) вступить у реакцію з гліцином, одержаним із 100 г кальцій карбїду, масова частка домішок в якому становить 15%?
- 31.7.** Який об'єм азоту (н.у.) виділиться при дії на 0,01 моль  $\alpha$ -амінопропіонової кислоти нітратною (III) кислотою? Рівняння реакції:  

$$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH} + \text{HONO} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}.$$

- 31.8.** Визначте масу гліцину, яка витратиться на одержання 46,62 г гліцилфенїлаланїну.
- 31.9.** Який об'єм водного розчину етилового спирту з масовою часткою етанолу 96% ( $\rho = 0,8$  г/мл) витратиться на естерифікацію гліцину масою 40 г? Спирт використовують з 50%-им надлишком.
- 31.10.** До 10,6 г амонійної солі  $\alpha$ -амінопропіонової кислоти добавили надлишок розчину лугу, а потім надлишок хлоридної кислоти. Яка сполука утворилась при цьому і яка її маса?

### II РІВЕНЬ

- 31.11.** З оцтової кислоти масою 67,5 г одержали хлорооцтову кислоту. Вихід кислоти становив 60%. Крізь одержаний розчин пропустили амонїак, одержаний з 40,125 г амоній хлориду. Визначте масу одержаної амінокислоти.
- 31.12.** На реакцію із сумішшю етиламіну, амінооцтової кислоти та етилацетату масою 38,6 г витратили 8,96 л (н.у.) хлороводню. На реакцію з такою ж за складом сумішшю, але вдвічі більшою масою, витратили (при нагріванні у присутності концентрованої сульфатної кислоти) 8 мл метанолу ( $\rho = 0,8$  г/мл). Розрахуйте масові частки речовин (%) у вихідній суміші.
- 31.13.** Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 10% ( $\rho = 1,1$  г/мл) може прореагувати з гліцином, одержаним з кальцій карбїду масою 6 г? Масова частка домішок у кальцій карбїді становить 10%.
- 31.14.** Амінооцтову кислоту одержали з оцтової кислоти масою 12 г (вихід кислоти становив 60%). Який об'єм розчину лугу з масовою часткою натрій гідроксиду 15% ( $\rho = 1,16$  г/мл) потрібно використати для нейтралізації одержаної амінокислоти?
- 31.15.** З оцтової кислоти масою 30 г одержали хлорооцтову кислоту, вихід якої становив 70%. Який мінімальний об'єм амоніаку (н.у.) потрібно пропустити крізь одержаний розчин хлорооцтової кислоти, щоб її повністю перетворити в амінооцтову кислоту? Врахуйте, що амонїак потрібно взяти з 20%-им надлишком.
- 31.16.** Білок з відносною молекулярною масою 5625 піддали гідролїзу. З 20 г білка одержали 23,583 г продукту гідролїзу, що являє собою певну амінокислоту. Визначте кількість амінокислотних залишків, які входять до складу молекули білка.
- 31.17.** До суміші метилових естерів  $\alpha$ -амінопропіонової та амінооцтової кислот масою 45,9 г додали надлишок хлоридної кислоти. Суміш прокип'ятили. Після випаровування одержаного розчину добули 57,15 г сухого залишку. Розрахуйте відношення кількостей речовин естерів у вихідній суміші.

### III РІВЕНЬ

- 31.18. Суміш двох  $\alpha$ -амінокислот, різниця молекулярних мас яких становить 28, масою 28,1 г, може прореагувати з 54,75 г хлоридної кислоти з масовою часткою хлороводню 20%. Відомо, що кількості речовин амінокислот відносяться як 1:2. Визначте кількісний і якісний склад суміші.
- 31.19. Суміш  $\alpha$ -амінокислоти та первинного аміну масою 27,1 г може прореагувати з 40 г розчину натрій гідроксиду з масовою часткою лугу 20%. Така ж за складом і масою суміш може прореагувати з 0,5 моль хлороводню. Встановіть кількісний та якісний склад суміші.
- 31.20. Суміш амінооцтової кислоти та  $\alpha$ -амінокислоти масою 23,9 г, в якій кількості речовин компонентів відносяться відповідно як 2:1, може прореагувати з 10,95 г хлороводню. Визначте кількісний та якісний склад суміші.
- 31.21. При спалюванні певної кількості речовини амінокислоти об'єм утвореного карбон діоксиду виявився більшим за об'єм утвореного азоту в 6 разів. Визначте формулу амінокислоти.
- 31.22. У молекулі білка, масова частка Сульфуру в якому дорівнює 0,32%, є два залишки цистеїну. Яку масу цього білка необхідно взяти для одержання цистеїну масою 0,5 г, якщо втрати становлять 90%?
- 31.23. У молекулі інсуліну є три дисульфідні містки. Скільки атомів Нітрогену містить молекула інсуліну, якщо при спалюванні 5,73 г інсуліну утворилось 0,0325 моль азоту, а масова частка Сульфуру в інсуліні дорівнює 3,35%?
- 31.24. Суміш масою 95,6 г, що містить метиламін, амінооцтову кислоту й метилацетат може прореагувати з 800 мл розчину NaOH, концентрація якого становить 1,5 моль/л. Така ж за складом суміш, але вдвічі менша за масою реагує з хлороводнем об'ємом 8,96 л (н. у.). Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.
- 31.25. Масова частка Нітрогену в суміші діаміну та  $\alpha$ -амінопропіонової кислоти становить 22,12%. На нейтралізацію цієї суміші масою 44,3 г витратили 250 мл розчину з вмістом калій гідроксиду 1,2 моль/л. Визначте формулу діаміну.
- 31.26. Масова частка Нітрогену в еквімолярній суміші гліцину,  $\alpha$ -аланіну та діаміну становить 21,05%. Визначте формулу діаміну.
- 31.27. Масова частка Нітрогену в еквімолярній суміші гліцину,  $\alpha$ -аланіну та діаміну невідомого складу становить 21,05%. Визначте формулу діаміну.

### Частина IV. РОЗВ'ЯЗКИ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

$$1.21. \text{ а) } \nu = \frac{m}{M}; \quad \nu = \frac{N}{N_A}; \quad \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot N}{N_A};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot 1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ (г)};$$

$$\text{б) } m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{180 \cdot 1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,99 \cdot 10^{-22} \text{ (г)}.$$

$$1.27. \text{ а) } \nu(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_m}; \quad \nu(\text{Cl}_2) = \frac{2000}{22,4} = 89,286 \text{ (моль)}.$$

$$\nu = \frac{N}{N_A}; \quad N = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 89,286 = 5,375 \cdot 10^{25} \text{ (молекул)}, \text{ а кількість атомів}$$

$$\text{у 2 рази більша, тобто } 1,075 \cdot 10^{26}. \text{ б) } \nu(\text{H}_2) = \frac{0,001}{22,4} = 4,46 \cdot 10^{-5} \text{ (моль)};$$

$$N = 4,46 \cdot 10^{-5} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,68 \cdot 10^{19} \text{ (молекул)}, \text{ а атомів буде } 5,36 \cdot 10^{19}.$$

$$1.33. \nu(\text{N}_2) = \frac{N(\text{N}_2)}{N_A}; \quad \nu(\text{N}_2) = \frac{6,02 \cdot 10^{22}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,1 \text{ (моль)};$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,5 \text{ (моль)}; \quad m(\text{N}_2) = M(\text{N}_2) \cdot \nu(\text{N}_2);$$

$$m(\text{N}_2) = 28 \cdot 0,1 = 2,8 \text{ (г)}, \quad m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 0,5 = 22 \text{ (г)},$$

$$m(\text{сум.}) = 2,8 + 22 = 24,8 \text{ (г)}. \text{ Отже, } \nu(\text{сум.}) = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ (моль)},$$

$$V(\text{сум.}) = 0,6 \cdot 22,4 = 13,44 \text{ (л)}.$$

$$1.35. \nu = \frac{V}{V_m}; \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad w = \frac{m}{m(\text{сум.})}.$$

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{0,2}{22,4} = 0,00893 \text{ (моль)}, \quad m(\text{O}_2) = 0,00893 \cdot 32 = 0,286 \text{ (г)},$$

$$\nu(\text{NH}_3) = \frac{40}{22,4} = 1,786 \text{ (моль)}, \quad m(\text{NH}_3) = 1,786 \cdot 17 = 30,357 \text{ (г)},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{0,5}{22,4} = 0,0223 \text{ (моль)}, \quad m(\text{N}_2) = 0,0223 \cdot 28 = 0,624 \text{ (г)},$$

$$m(\text{сум.}) = 0,286 + 30,357 + 0,624 = 31,267 \approx 31,27 \text{ (г)},$$

$$w(\text{O}_2) = \frac{0,286}{31,27} = 0,0091, \text{ або } 0,91\%, \quad w(\text{N}_2) = \frac{0,624}{31,27} = 0,02, \text{ або } 2\%,$$

$$w(\text{NH}_3) = 100 - (0,91 + 2) = 97,09 \text{ (\%)}.$$



$$1.42. w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}; \nu = \frac{m}{M}$$

$$m(\text{CO}_2) = 40 \cdot 0,4 = 16 \text{ (г)}, \text{ тоді } m(\text{N}_2) = 40 - 16 = 24 \text{ (г)}.$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{16}{44} = 0,3636 \text{ (моль)}, V(\text{CO}_2) = 0,3636 \cdot 22,4 = 8,145 \text{ (л)},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{24}{28} = 0,8571 \text{ (моль)}, V(\text{N}_2) = 0,8571 \cdot 22,4 = 19,2 \text{ (л)}.$$

$$V(\text{сум.}) = 8,145 + 19,2 = 27,345 \approx 27,3 \text{ (л)}.$$

$$1.51. D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{газу})}{M_{\text{H}_2}}, M(\text{газу}) = 17 \cdot 2 = 34 \text{ (г/моль)},$$

$$m(\text{газу}) = \frac{M(\text{газу}) \cdot V(\text{газу})}{V_m} = \frac{1 \cdot 34}{22,4} = 1,52 \text{ (г)},$$

$$D_{\text{пов.}} = \frac{34}{29} = 1,17, \text{ де } 29 \text{ — середня молярна маса повітря.}$$

$$1.61. \nu = \frac{m}{M}; \chi = \frac{\nu(\text{речов.})}{\nu(\text{сум.})}$$

Припустимо, що є 100 г суміші, до якої входять 20 г  $\text{CO}_2$ , 65 г  $\text{O}_2$  та 15 г  $\text{N}_2$ .

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{20}{44} = 0,4545 \text{ (моль)}, \nu(\text{O}_2) = \frac{65}{32} = 2,0313 \text{ (моль)},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{15}{28} = 0,5357 \text{ (моль)}, \nu(\text{сум.}) = 0,4545 + 2,0313 + 0,5357 = 3,0215 \text{ (моль)},$$

$$\chi(\text{CO}_2) = \frac{0,4545}{3,0215} = 0,1504 = 15,04\%, \quad \chi(\text{O}_2) = \frac{2,0313}{3,0215} = 0,6723 = 67,23\%,$$

$$\chi(\text{N}_2) = 100 - 15,04 - 67,23 = 17,73 \text{ (\%)}.$$

Так як для газів молярна частка ( $\chi$ ) дорівнює об'ємній частці ( $\varphi$ ), то  $\varphi(\text{CO}_2) = 15,04\%$ ,  $\varphi(\text{O}_2) = 67,23\%$ ,  $\varphi(\text{N}_2) = 17,73\%$ .

$$1.62. \nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}; \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}$$

Припустимо, що в суміші є  $x$  л  $\text{O}_2$ , тоді  $V(\text{CO}_2) = (10 - x)$  л,

$$m(\text{O}_2) = \frac{x}{22,4} \cdot 32 = 1,4286x \text{ (г)}, m(\text{CO}_2) = \frac{10 - x}{22,4} \cdot 44 = 1,9643 \cdot (10 - x) \text{ (г)}.$$

Згідно з умовою,  $w(\text{O}_2) = w(\text{CO}_2)$ , отже,  $m(\text{O}_2) = m(\text{CO}_2)$ .

$$1,4286x = 1,9643 \cdot (10 - x). \text{ Звідси } x = 5,79 \text{ л.}$$

$$m(\text{O}_2) = m(\text{CO}_2) = \frac{5,79}{22,4} \cdot 32 = 8,27 \text{ (г)}.$$

$$\text{Отже, } m(\text{сум.}) = 8,27 + 8,27 = 16,54 \approx 16,5 \text{ (г)}.$$

$$1.63. \text{ Із формул } \nu = \frac{m}{M} \text{ та } \nu = \frac{V}{V_m} \text{ витікає, що } M = \frac{mV_m}{V}.$$

$M(\text{сум.}) = 0,26 \cdot 22,4 = 5,824$  (г/моль). Припустимо, що є 1 моль суміші, що містить  $x$  моль  $\text{H}_2$  та  $(1 - x)$  моль  $\text{CO}_2$ . Тоді  $5,824 = 2x + 44 - 44x$ , звідки  $x = 0,91$ . Отже,  $\nu(\text{CO}_2) = 1 - 0,91 = 0,09$  (моль).

$$\nu(\text{H}_2) : \nu(\text{CO}_2) = 0,91 : 0,09 = 10 : 1, \text{ звідки } V(\text{H}_2) : V(\text{CO}_2) = 10 : 1.$$

$$1.65. \nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}; \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; M = \frac{mV_m}{V}; \chi = \frac{\nu(\text{речов.})}{\nu(\text{сум.})}$$

$M(\text{сум.}) = 1,43 \cdot 22,4 = 32,03$  (г/моль). Припустимо, що є 1 моль суміші, що містить  $x$  моль  $\text{CO}$  та  $(1 - x)$  моль  $\text{CO}_2$ . Тоді  $32,03 = 28x + 44 - 44x$ , звідки  $x = 0,7481$  (моль).  $\nu(\text{CO}_2) = 1 - 0,7481 = 0,2519$  (моль),

$$\chi(\text{CO}) = \frac{0,7481}{1} = 0,7481 = 74,81\%. \text{ Тоді } \chi(\text{CO}_2) = 100 - 74,81 = 25,19 \text{ (\%)}.$$

Так як  $\chi(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2)$ , то  $\varphi(\text{CO}) = 74,81\%$  і  $\varphi(\text{CO}_2) = 25,19\%$ .

$$1.66. \nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}. \text{ Припустимо, що суміш містить } a \text{ г } \text{CO}_2 \text{ та } b \text{ г } \text{CH}_4.$$

Тоді можна записати:

$$(a + b) \text{ г} \text{ — } 100\%$$

$$a \text{ г} \text{ — } 40\%,$$

$$\text{звідки } a + b = 2,5a.$$

Розрахуємо об'єми, які займають  $a$  г  $\text{CO}_2$  та  $b$  г  $\text{CH}_4$ :

$$V(\text{CO}_2) = \frac{22,4a}{44} = 0,51a \text{ (л)}, V(\text{CH}_4) = \frac{22,4b}{16} = 1,4b \text{ (л)}.$$

Складемо систему рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} 0,51a + 1,4b = 1 \\ a + b = 2,5a. \end{cases}$$

Розв'язавши систему, одержуємо:  $a = 0,383$ ,  $b = 0,575$ .

Отже, маса 1 л суміші становить  $0,383 + 0,575 = 0,958 \approx 0,96$  (г).

$$1.68. \nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}; \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; M = \frac{mV_m}{V}$$

$V(\text{H}_2) : V(\text{CO}) : V(\text{CO}_2) = 1 : 3 : 4$ . Ввівши  $x$  як коефіцієнт пропорційності, можна записати:  $x + 3x + 4x = 200$ . Звідси  $x = 25$ .

Отже,  $V(\text{H}_2) = 25$  л,  $V(\text{CO}) = 75$  л,  $V(\text{CO}_2) = 100$  л.

$$\text{Обчислимо масу кожного газу: } m(\text{H}_2) = \frac{25 \cdot 2}{22,4} = 2,23 \text{ (г)},$$

$$m(\text{CO}) = \frac{75 \cdot 28}{22,4} = 93,75 \text{ (г)},$$

$$m(\text{CO}_2) = \frac{100 \cdot 44}{22,4} = 196,4 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{сум.}) = 2,23 + 93,75 + 196,4 = 292,38 \approx 292,4 \text{ (г)}.$$

$$2.10. w = \frac{m(\text{елем.})}{m(\text{речов.})} \quad \text{а) } M_r(\text{Cu}_2\text{S}) = 160; w(\text{Cu}) = \frac{128}{160} = 0,8, \text{ або } 80\%.$$

$$\text{б) } M_r(2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = 322; w(\text{Cu}) = \frac{3 \cdot 64}{322} = 0,5963, \text{ або } 59,63\%.$$

$$\text{в) } M_r(\text{Cu}_2\text{O}) = 144; w(\text{Cu}) = \frac{64 \cdot 2}{144} = 0,8889, \text{ або } 88,89\%.$$

$$\text{г) } M_r(\text{CuFeS}_2) = 184; w(\text{Cu}) = \frac{64}{184} = 0,3478, \text{ або } 34,78\%.$$

$$2.12. \begin{array}{ccc} a \text{ кг} & 10 \text{ кг} & \\ \text{NH}_4\text{NO}_3 & \rightarrow 2\text{N} & \\ 80 \text{ кг} & 28 \text{ кг} & \end{array} \quad \text{Звідси } a = \frac{80 \cdot 10}{28} = 28,57 \approx 28,6 \text{ (кг).}$$

$$2.22. \text{ Позначимо відносну атомну масу елемента E через } x. \text{ Тоді: } M_r(\text{E}_2\text{O}_5) = 2x + 16 \cdot 5 = 2x + 80; w(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M_r(\text{E}_2\text{O}_5)}; 0,7407 = \frac{5 \cdot 16}{2x + 80}, \text{ звідки } x = 14.$$

Це Нітроген.

$$2.24. w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{породи})}. M(\text{Cu}_2\text{O}) = 144 \text{ г/моль. Складемо стехіометричну схему і проведемо за нею розрахунок:}$$

$$\begin{array}{ccc} x \text{ г} & 40 \text{ г} & \\ \text{Cu}_2\text{O} & \rightarrow 2\text{Cu} & \\ 144 \text{ г} & 128 \text{ г} & \end{array} \quad \text{Звідси } x = \frac{144 \cdot 40}{128} = 45 \text{ (г)}, w(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{45}{50} = 0,9, \text{ або } 90\%.$$

$$2.27. \text{ У } 100 \text{ г технічного магній хлориду, за умовою задачі, міститься } 15 \text{ г домішок. Тоді маса магній хлориду становить: } 100 - 15 = 85 \text{ (г). } M(\text{MgCl}_2) = 95 \text{ г/моль. Складемо стехіометричну схему і проведемо за нею розрахунок: } \begin{array}{ccc} 85 \text{ г} & x \text{ г} & \\ \text{MgCl}_2 & \rightarrow \text{Mg} & \\ 95 \text{ г} & 24 \text{ г} & \end{array} \text{ Звідси } x = 21,47 \text{ (г).}$$

$$w(\text{Mg}) = \frac{m(\text{Mg})}{m(\text{сум.})} = \frac{21,47}{100} = 0,2147 \approx 21,5\%.$$

$$2.38. M(\text{HClO}_4) = 100,5 \text{ г/моль}; M(\text{Cl}_2\text{O}_7) = 183 \text{ г/моль};$$

$$2\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7; W(\text{Cl}_2\text{O}_7) = \frac{M(\text{Cl}_2\text{O}_7)}{2M(\text{HClO}_4)} = \frac{183}{201} = 0,9104, \text{ або } 91,04\%.$$

$$2.42. v = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{елем.})}{m(\text{речов.})}. \text{ У } 100 \text{ г глауберової солі міститься } 96 \text{ г}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ та } 4 \text{ г KCl. } M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \text{ г/моль.}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{96}{322} = 0,2981 \text{ (моль)}. \text{ Так як один моль кристалогі-}$$

$$\text{драту містить } 2 \text{ моль атомів Na, то } v(\text{Na}) = 2 \cdot 0,2981 = 0,5962 \text{ (моль),}$$

$$m(\text{Na}) = 23 \cdot 0,5962 = 13,71 \text{ (г)}, w(\text{Na}) = \frac{13,71}{100} = 0,1371 \approx 13,7\%.$$

$$\text{Якщо ж глауберова сіль містить домішки } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ масою } 4 \text{ г, то}$$

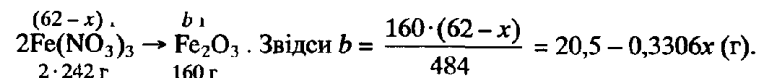
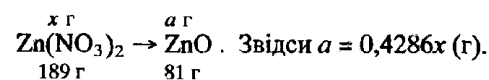
$$v(\text{Na}) = 2v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2 \cdot 4}{106} = 0,07547 \text{ (моль), а } m(\text{Na}) = 0,07547 \cdot 23 = 1,74 \text{ (г).}$$

$$\text{Загальна маса Натрію становитиме: } 1,74 + 13,71 = 15,45 \text{ (г).}$$

$$w(\text{Na}) = \frac{15,45}{100} = 0,1545 \approx 15,5\%.$$

$$2.50. w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \text{ Припустимо, що суміш нітратів містила } x \text{ г цинк нітрату}$$

та  $(62 - x)$  г ферум (III) нітрату. Розрахуємо значення молярних мас:  
 $M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 189 \text{ г/моль}, M(\text{ZnO}) = 81 \text{ г/моль}, M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 242 \text{ г/моль},$   
 $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль}. \text{ Складемо стехіометричні схеми і за ними порахуємо маси оксидів:}$



Згідно з умовою, можна записати:  $a + b = 24,2$ . Підставивши значення  $a$  та  $b$ , одержимо:  $0,4286x + 20,5 - 0,3306x = 24,2$ . Звідси  $x = 37,76 \text{ (г)}$ .

$$w(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{37,76}{62} = 0,609, \text{ або } 60,9\%.$$

$$2.56. v = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{елем.})}{m(\text{сум.})}. M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 \text{ г/моль}, M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232 \text{ г/моль.}$$

Припустимо, що у вихідній суміші міститься  $x \text{ г Fe}_2\text{O}_3$ .

Тоді  $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = (117,8 - x) \text{ г}$ . Згідно з умовою,  $v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = v(\text{Fe}_3\text{O}_4)$ .

$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{x}{160} \text{ (моль)}, v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{(117,8 - x)}{232} \text{ (моль).}$$

$$\text{Отже, } \frac{x}{160} = \frac{(117,8 - x)}{232}, \text{ звідки } x = 48,1 \text{ (г).}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 48,1 \text{ г}, m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 117,8 - 48,1 = 69,7 \text{ (г).}$$

$$v(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{48,1}{160} = 0,3 \text{ (моль)}, \text{ а значить, і } v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,3 \text{ моль.}$$

$$\begin{array}{ccc} 0,3 \text{ моль} & 0,6 \text{ моль} & 0,3 \text{ моль} & 0,9 \text{ моль} \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 & \rightarrow 2\text{Fe}; & \text{Fe}_3\text{O}_4 & \rightarrow 3\text{Fe}. & v(\text{Fe}) = 0,6 + 0,9 = 1,5 \text{ (моль)}, \end{array}$$

$$m(\text{Fe}) = 1,5 \cdot 56 = 84 \text{ (г)}, w(\text{Fe}) = \frac{84}{117,8} = 0,7131, \text{ або } 71,31\%.$$

3.9.  $\nu = \frac{m}{M}$ . За умовою, у 100 г речовини складу  $\text{C}_x\text{H}_y$  міститься 92,31 г С і 100 - 92,31 = 7,69 (г) Н. Тоді  $\nu(\text{C}) = \frac{92,31}{12} = 7,69$  (моль),  $\nu(\text{H}) = \frac{7,69}{1} = 7,69$  (моль).  $\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 7,69 : 7,69 = 1:1$ . Отже, найпростіша формула —  $\text{CH}$ .  $D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{H}_2)}$ . Звідси  $M(\text{C}_x\text{H}_y) = 2 \cdot 13 = 26$  (г/моль).

$M(\text{CH}) = 13$  (г/моль). Порівнявши значення молярної маси молекулярної та найпростішої формул, знаходимо, що кількість атомів у найпростішій формулі потрібно подвоїти:  $n = \frac{26}{13} = 2$ . Молекулярна формула речовини —  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

3.10.  $D_{\text{H}_2}(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{M(\text{C}_x\text{H}_y)}{M(\text{H}_2)}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ .

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 29 \cdot 2 = 58 \text{ (г/моль)}, \nu(\text{C}_x\text{H}_y) = \frac{0,29}{58} = 0,005 \text{ (моль)},$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,45}{18} = 0,025 \text{ (моль)}, \nu(\text{CO}_2) = \frac{0,448}{22,4} = 0,02 \text{ (моль)}.$$

$\nu(\text{C}_x\text{H}_y) : \nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,005 : 0,002 : 0,025 = 1:4:5$ . Одержані цілі числа і є стехіометричними коефіцієнтами, тому можна скласти рівняння реакції:  $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ . Звідси випливає, що  $x = 4$ , а  $y = 10$ . Отже, формула сполуки —  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

Цю ж відповідь можна отримати й іншим шляхом:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,02 \text{ моль}; \quad \nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,025 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 0,02 : 0,05 = 2 : 5$ . Найпростіша формула невідомої речовини —  $\text{C}_2\text{H}_5$ .  $M(\text{C}_2\text{H}_5) = 29$  (г/моль).  $n = \frac{58}{29} = 2$ . Отже, молекулярна формула —  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

3.11. Згідно із законом Авогадро можна записати:

$$V(\text{C}_x\text{H}_y) : V(\text{O}_2) : V(\text{CO}_2) : V(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{C}_x\text{H}_y) : \nu(\text{O}_2) : \nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{H}_2\text{O}) = 1:6:4:4.$$

Отже, відповідне рівняння реакції:  $\text{C}_x\text{H}_y + 6\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Підраховавши кількість атомів Карбону та Гідрогену в правій частині рівняння реакції (4 та 8 атомів), можна встановити, що  $x = 4$ , а  $y = 8$ . Формула невідомого вуглеводню —  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

3.17.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ .  $\nu(\text{Fe}) = \frac{14}{56} = 0,25$  (моль);  $\nu(\text{O}_2) = \frac{3,73}{22,4} = 0,1665$  (моль);  $m(\text{O}_2) = 0,1665 \cdot 32 = 5,328$  (г). Ця ж кількість атомів Оксигену увійшла і до складу утвореного оксиду.  $\nu(\text{O}) = \frac{5,328}{16} = 0,333$  (моль);  $\nu(\text{Fe}) : \nu(\text{O}) = 0,25 : 0,333 = 1 : 1,332 = 3 : 4$ . Формула утвореного оксиду —  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

3.22.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ ;  $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ . З формули  $\frac{m}{M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z)} = \frac{V}{V_m}$  знаходимо значення молярної маси речовини:  $M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = \frac{8 \cdot 22,4}{5,97} = 30$  (г/моль).

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{11,73}{44} = 0,2666 \text{ (моль)}; \quad \nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,2666 \text{ (моль)},$$

$$m(\text{C}) = 0,2666 \cdot 12 = 3,1992 \text{ (г)}. \quad \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4,8}{18} = 0,2667 \text{ (моль)},$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,2667 = 0,5334 \text{ (моль)}; \quad m(\text{H}) = 1 \cdot 0,5334 = 0,5334 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{O}) = 8 - (3,1992 + 0,5334) = 4,2674 \text{ (г)}, \quad \nu(\text{O}) = \frac{4,2674}{16} = 0,2667 \text{ (моль)}.$$

$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) = 0,2666 : 0,5334 : 0,2667 = 1:2:1$ . Найпростіша формула —  $\text{CH}_2\text{O}$ .  $M(\text{CH}_2\text{O}) = 30$  (г/моль). Отже, молекулярна формула збігається з найпростішою.

3.41.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ .  $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,53}{106} = 0,005$  (моль),  $\nu(\text{CO}_2) = \frac{1,456}{22,4} = 0,065$  (моль),  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,45}{18} = 0,025$  (моль),  $\nu(\text{Na}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,005 =$

$$= 0,01 \text{ (моль)}, \quad \nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,025 \cdot 2 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

Карбон входить до складу і натрій карбонату, і вуглекислого газу:

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,005 \text{ (моль)}, \quad \nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,065 \text{ (моль)}.$$

Розрахуємо масу атомів Карбону, Натрію та Гідрогену разом:

$$23 \cdot 0,01 + 12 \cdot (0,005 + 0,065) + 1 \cdot 0,05 = 1,12 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{O}) = 1,44 - 1,12 = 0,32 \text{ (г)}. \quad \nu(\text{O}) = \frac{0,32}{16} = 0,02 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(\text{Na}) : \nu(\text{C}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{H}) = 0,01 : 0,07 : 0,02 : 0,05 = 1:7:2:5.$$

Отже, формула речовини —  $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$ , або  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$  (натрій бензоат).

3.44.  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $\nu(\text{Na}_2\text{O}) : \nu(\text{CaO}) : \nu(\text{SiO}_2) = \frac{13}{62} : \frac{11,7}{56} : \frac{75,3}{60} = 0,21:0,21:1,255 = 1:1:6$ . Отже, формула скла —  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ .

3.47. 
$$\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgSO}_4 \quad \begin{matrix} 4,56 \text{ г} & 2,4 \text{ г} \\ (120+18x) \text{ г} & 120 \text{ г} \end{matrix}$$

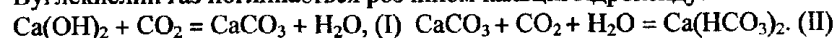
$$4,56 \cdot 120 = 2,4 \cdot (120 + 18x), \text{ звідки } x = 6.$$

Отже, формула кристалогідрату —  $\text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

3.51.  $\nu = \frac{m}{M}$ . Маса склянки з  $\text{P}_2\text{O}_5$  збільшилась за рахунок вбирання води:

$$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4; m(\text{H}_2\text{O}) = 13,5 \text{ г}, \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{13,5}{18} = 0,75 \text{ (моль)}.$$

Вуглекислий газ поглинається розчином кальцій гідроксиду:



$$\nu(\text{CaCO}_3) = \frac{12,5}{100} = 0,125 \text{ (моль)}, \nu(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{40,5}{162} = 0,25 \text{ (моль)}.$$

Згідно з рівнянням (II), на утворення 0,25 моль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  було витрачено по 0,25 моль  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{CO}_2$ . Отже, за рівнянням (II) повинно було утворитись  $0,25 + 0,125 = 0,375$  (моль)  $\text{CaCO}_3$ .  $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,375$  (моль). Всього витрачено  $0,25 + 0,375 = 0,625$  (моль)  $\text{CO}_2$ .

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,625 \text{ (моль)}, m(\text{C}) = 12 \cdot 0,625 = 7,5 \text{ (г)}.$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{ (моль)}, m(\text{H}) = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{O}) = 9 - 1,5 - 7,5 = 0, \text{ отже, речовина не містила Оксиген.}$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 0,625 : 1,5 = 1 : 2,4 = 5 : 12. \text{ Формула речовини } \text{C}_5\text{H}_{12}.$$

3.52. Використовуючи формулу Менделєєва — Клапейрона, визначимо молярну масу речовини:

$$PV = \frac{mRT}{M}; M = \frac{mRT}{PV}; M = \frac{2,7764 \cdot 62400 \cdot 493}{747 \cdot 840} = 136 \text{ (г/моль)}.$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) = \frac{70,7}{12} : \frac{5,88}{1} : \frac{23,42}{16} = 5,892 : 5,88 : 1,464 = 4 : 4 : 1.$$

$$\text{Отже, найпростіша формула } \text{C}_4\text{H}_4\text{O}. M(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}) = 68 \text{ (г/моль)}. n = \frac{136}{68} = 2.$$

Молекулярна формула речовини  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ .

3.59. Обчислимо кількості речовин Оксигену, Гідрогену та Сульфуру:  $\nu = \frac{m}{M}$ ,

$$\nu(\text{O}) = \frac{19,2}{16} = 1,2 \text{ (моль)}, \nu(\text{H}) = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ (моль)}, \nu(\text{S}) = \frac{12,8}{32} = 0,4 \text{ (моль)}.$$

Тоді  $\nu(\text{H}) : \nu(\text{S}) : \nu(\text{O}) = 0,4 : 0,4 : 1,2 = 1 : 1 : 3$ , що відповідає формулі  $\text{HSO}_3$  (залишок сульфитної кислоти). Якщо метал одновалентний, то формула речовини —  $\text{MeHSO}_3$ . Тоді,  $\nu(\text{Me}) = \nu(\text{H}) = 0,4$  моль.

$$M(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{\nu(\text{Me})} = \frac{15,6}{0,4} = 39 \text{ (г/моль)}. \text{ Отже, метал — Калій.}$$

Формула речовини  $\text{KHSO}_3$ .

4.1. Припустимо, що маємо 100 г оксиду, тоді  $m(\text{O}) = 31,58$  г, а  $m(\text{R}) = 100 - 31,58 = 68,42$  (г) (R — невідомий елемент).

$$m(\text{O}) : m(\text{R}) = M_{\text{екв.}}(\text{O}) : M_{\text{екв.}}(\text{R}). M_{\text{екв.}}(\text{O}) = \frac{16}{2} = 8 \text{ (г/моль)}.$$

$$31,58 : 68,42 = 8 : M_{\text{екв.}}(\text{R}). \text{ Звідси } M_{\text{екв.}}(\text{R}) = 17,33 \text{ (г/моль)}. \text{ Припустимо,}$$

що невідомий елемент має валентність I. Тоді з формули  $M_{\text{екв.}} = \frac{A_r}{n}$ , де

$n$  — валентність, одержимо  $A_r = 17,33 \cdot 1 = 17,33$ . Елемент, що має валентність I і відносну атомну масу 17,33, не існує. Припустимо, що валентність елемента дорівнює II. Тоді  $A_r = 17,33 \cdot 2 = 34,66$ . Такий елемент теж не існує. Припустимо, що  $n = 3$ . Тоді  $A_r = 17,33 \cdot 3 = 52$ . Це Хром.

4.2.  $m(\text{окс.}) : m(\text{H}_2\text{O}) = M_{\text{екв.}}(\text{окс.}) : M_{\text{екв.}}(\text{H}_2\text{O}). M_{\text{екв.}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18}{2} = 9 \text{ (г/моль)}.$

Тоді  $1,2 : 0,27 = M_{\text{екв.}}(\text{окс.}) : 9$ . Звідси  $M_{\text{екв.}}(\text{окс.}) = 40$  (г/моль). З іншого боку,  $M_{\text{екв.}}(\text{окс.}) = M_{\text{екв.}}(\text{R}) + M_{\text{екв.}}(\text{O})$ , де R — невідомий елемент. Тому можна записати:  $40 = M_{\text{екв.}}(\text{R}) + 8$ . Звідси  $M_{\text{екв.}}(\text{R}) = 32$  (г/моль). Якщо  $n = 1$ , то  $A_r = 32$ , а такого металу не існує. Якщо  $n = 2$ , то  $A_r = 32 \cdot 2 = 64$ . Це Купрум. Формула оксиду  $\text{CuO}$ .

4.4.  $M_{\text{екв.}}(\text{R}(\text{OH})_n) = M_{\text{екв.}}(\text{R}) + M_{\text{екв.}}(\text{OH}^-). M_{\text{екв.}}(\text{OH}^-) = 17 \text{ г/моль}. M_{\text{екв.}}(\text{солі}) = M_{\text{екв.}}(\text{R}) + M_{\text{екв.}}(\text{SO}_4^{2-}). M_{\text{екв.}}(\text{R}) = x \text{ г/моль}, M_{\text{екв.}}(\text{SO}_4^{2-}) = 48 \text{ г/моль}.$

$m(\text{R}(\text{OH})_n) : m(\text{солі}) = (M_{\text{екв.}}(\text{R}) + M_{\text{екв.}}(\text{OH}^-)) : (M_{\text{екв.}}(\text{R}) + M_{\text{екв.}}(\text{SO}_4^{2-})).$   
 $1,3 : 2,85 = (x + 17) : (x + 48)$ . Звідси  $x = 9$ . Якщо  $n = 1$ , то  $A_r(\text{R}) = 9$ . Такого металу не існує. Якщо  $n = 2$ , то  $A_r(\text{R}) = 18$ . Такого металу теж не існує. Якщо  $n = 3$ , то  $A_r(\text{R}) = 27$ . Це Алюміній.

4.17.  $\nu(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ (моль)}, m(\text{O}_2) = \nu M = 0,05 \cdot 32 = 1,6 \text{ г}.$

$$m(\text{Me}) : m(\text{O}_2) = M_{\text{екв.}}(\text{Me}) : M_{\text{екв.}}(\text{O}_2). M_{\text{екв.}}(\text{O}_2) = \frac{32}{4} = 8 \text{ (г/моль)}.$$

$2,4 : 1,6 = M_{\text{екв.}}(\text{Me}) : 8$ . Звідси  $M_{\text{екв.}}(\text{Me}) = 12$  (г/моль). Якщо  $n = 1$ , то  $A_r = 12$ . Такого металу не існує. Якщо  $n = 2$ , то  $A_r = 12 \cdot 2 = 24$ . Це магній.

4.20. Тиск у посудині зменшився на 56% тому, що зменшився об'єму газу. На реакцію витратилось:  $V(\text{Cl}_2) = 8 \cdot 0,56 = 4,48$  (л).

$$\nu(\text{Cl}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ (моль)}. m(\text{Cl}_2) = \nu M = 0,2 \cdot 71 = 14,2 \text{ (г)}.$$

$$M_{\text{екв.}}(\text{Cl}_2) = \frac{71}{2} = 35,5 \text{ (г/моль)}. m(\text{Me}) : m(\text{Cl}_2) = M_{\text{екв.}}(\text{Me}) : M_{\text{екв.}}(\text{Cl}_2).$$

$12,8 : 14,2 = M_{\text{екв.}}(\text{Me}) : 35,5$ . Звідси  $M_{\text{екв.}}(\text{Me}) = 32$  (г/моль).

4.32. Розрахуємо об'єм газу, що виділився, за нормальних умов:  $\frac{PV}{T} = \frac{PV_1}{T_1}$ ,

$$\text{звідки } V = \frac{TPV_1}{PT} = \frac{120 \cdot 693 \cdot 273}{300 \cdot 101,3} = 747 \text{ (мл)}. \quad v = \frac{m}{M}, \quad v = \frac{V}{V_m}, \quad \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m},$$

$$m(\text{NO}) = \frac{30 \cdot 0,747}{22,4} = 1 \text{ (г)}. \text{ Молярна маса еквівалентів нітроген моно-}$$

оксида становить  $\frac{30}{3} = 10 \text{ (г/моль)}$ . Молярну масу NO поділили на 3

тому, що дана реакція є окисно-відновною, і Нітроген, що міститься в  $\text{HNO}_3$  приєднує  $3e^-$ , утворюючи газ NO. Згідно із законом еквівалентів, можна записати:  $10,8 : 1 = M_{\text{екв}}(\text{Me}) : 10$ . Звідси  $M_{\text{екв}}(\text{Me}) = 108 \text{ (г/моль)}$ . Якщо  $n = 1$ , то  $A_r(\text{Me}) = 108$ . Це Аргентум.

5.82. Позначимо масову частку нукліду  $^{63}\text{Cu}$  через  $x\%$ . Тоді масова частка  $^{65}\text{Cu}$  дорівнює  $(100 - x)\%$ . Звідси:  $63,55 = \frac{63x + 65 \cdot (100 - x)}{100}$ ;  $x = 72,5\%$ .

5.83. Позначимо через  $x$  відносну атомну масу невідомого нукліду магнію. Обчислимо його масову частку в природному магнію:  
 $w(\text{Mg}) = 100 - 78,6 - 10,11 = 11,29 \text{ (}\%)$ .

Тоді можна записати:  $24,305 \cdot 100 = 24 \cdot 78,6 + 25 \cdot 10,11 + 11,29x$ .

Звідси  $x = 26$ . Отже, третій нуклід —  $^{26}\text{Mg}$ .

5.86. Позначимо масову частку нукліду  $^{35}\text{Cl}$  через  $x\%$ . Тоді масова частка  $^{37}\text{Cl}$  становитиме  $(100 - x)\%$ .  $35,453 \cdot 100 = 35x + 37 \cdot (100 - x)$ ,  $x = 77,35\%$ .  
 $w(^{37}\text{Cl}) = 100 - 77,35 = 22,65 \text{ (}\%)$ .

$M(\text{HClO}_4) = 1,008 + 35,453 + 15,999 \cdot 4 = 100,457 \text{ (г/моль)}$ .

100,457 г — 100%

35,453 г —  $y\%$ , звідки  $y = 35,292\%$ .

Вміст ізотопу  $^{37}\text{Cl}$  у хлорній кислоті знайдемо з пропорції:

$$\frac{35,292}{z} = \frac{100}{22,65}. \text{ Звідси } z = 7,99 \text{ (}\%)$$

5.100. Згідно із законом радіоактивного розпаду,  $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ , де  $N_0$  — початкова кількість речовини,  $N$  — кількість речовини через деякий час,

$$n = \frac{t}{T}, \quad T \text{ — період піврозпаду. За умовою } \frac{N}{N_0} = \frac{1}{8}, \text{ а тому } \frac{1}{8} = \left(\frac{1}{2}\right)^n,$$

звідки  $n = 3$ ,  $\frac{t}{T} = 3$ ,  $t = 3T$ . Тобто кількість речовини зменшується у 8 разів за час, що дорівнює трьом періодам піврозпаду.

$$\text{Отже, } 3T = 11,4. \quad T = \frac{11,4}{3} = 3,8 \text{ (діб)}.$$

5.101. Так як період піврозпаду невеликий, то, згідно із законом радіоактивного розпаду,  $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$ , або  $N = N_0 \cdot 2^{-n}$ , де  $n = \frac{t}{T}$ ,  $T$  — період пів-

розпаду,  $t$  — час. Згідно з умовою,  $\frac{\Delta N}{N_0} = 0,6$ , де  $\Delta N = N_0 - N$  ( $N_0$  — початкова кількість полонію,  $N$  — кількість полонію через деякий час).

$$\text{Тоді } N_0 - \frac{N}{N_0} = N_0 - \frac{N_0 \cdot 2^{-n}}{N_0} = 1 - 2^{-n} = 0,6, \text{ звідки } 2^{-n} = 0,4.$$

Прологарифмувавши, одержимо  $-\text{nl}g 2 = \text{lg} 0,4$ , або  $-\frac{t}{T} \cdot \text{lg} 2 = \text{lg} 0,4$ .

$$\text{Звідси } t = \frac{-T \text{lg} 0,4}{\text{lg} 2} = \frac{-138 \cdot (-0,3979)}{0,3010} = 182,4 \text{ (діб)}.$$

$$6.1.71. \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{m}{M}; \quad w = \frac{m(\text{дом.})}{m(\text{сум.})}. \quad \text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2; \quad v(\text{SO}_2) = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ (моль)}.$$

Згідно з наведеним рівнянням реакції, 5 моль  $\text{SO}_2$  утворилось з 5 моль S.  $m(\text{S}) = 5 \cdot 32 = 160 \text{ (г)}$ ,  $m(\text{дом.}) = 200 - 160 = 40 \text{ (г)}$ .

$$w(\text{дом.}) = \frac{40}{200} = 0,2, \text{ або } 20\%.$$

$$6.1.73. \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad \varphi = \frac{V(\text{речов.})}{V(\text{сум.})}. \quad 2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2. \text{ Згідно з наведеним рівнян-}$$

ням хімічної реакції, 2 моль CO реагує з 1 моль  $\text{O}_2$ . Отже, 6 моль CO зможе прореагувати лише з 3 моль  $\text{O}_2$ , а 1 моль  $\text{O}_2$  залишиться. При цьому виділиться 6 моль  $\text{CO}_2$ .  $V(\text{CO}_2) = 6 \cdot 22,4 = 134,4 \text{ (л)}$ . Утворена суміш містить 1 моль  $\text{O}_2$ , тобто 22,4 л. Загальний об'єм суміші складає:  $134,4 + 22,4 = 156,8 \text{ (л)}$ .

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{22,4}{156,8} = 0,1429, \text{ або } 14,3\%. \quad \varphi(\text{CO}_2) = 100 - 14,3 = 85,7 \text{ (}\%)$$

$$6.1.76. \quad v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{m}{M}. \quad \text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}. \text{ Згідно з наведеним рівнян-}$$

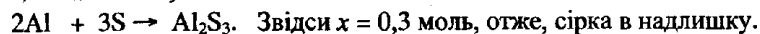
ням, метан і кисень реагують в об'ємах, які відносяться як 1:2. 20 л  $\text{CH}_4$  прореагує з 40 л  $\text{O}_2$ , а 10 л  $\text{O}_2$  залишиться.

$$V(\text{CO}_2) = 20 \text{ л}. \quad v(\text{CH}_4) = \frac{20}{22,4} = 0,8929 \text{ (моль)}. \quad v(\text{H}_2\text{O}) = 2v(\text{CH}_4) =$$

$$= 2 \cdot 0,8929 = 1,786 \text{ (моль)}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 1,786 \cdot 18 = 32,15 = 32 \text{ (г)}.$$

$$6.1.84. \nu = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \nu(\text{S}) = \frac{22}{32} = 0,6875 \text{ (моль)}, \nu(\text{Al}) = \frac{5,4}{27} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

0,2 моль x моль у моль



2 моль 3 моль 1 моль

Залишиться  $\nu(\text{S}) = 0,6875 - 0,3 = 0,3875 \text{ (моль)}$ .

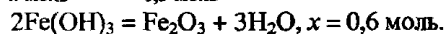
Її маса становитиме:  $m(\text{S}) = 32 \cdot 0,3875 = 12,4 \text{ (г)}$ .

Утвориться:  $y = 0,1 \text{ моль } \text{Al}_2\text{S}_3, m(\text{Al}_2\text{S}_3) = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ (г)}$ .

$$\text{Тоді } w(\text{S}) = \frac{12,4}{22 + 5,4} = 0,4526 \approx 45,3\%. w(\text{Al}_2\text{S}_3) = 100 - 45,3 = 54,7 (\%).$$

6.1.117. За рівнянням реакції термічного розкладу ферум (III) гідроксиду розрахуємо кількість речовини основи, яка розкладалась:

x моль 0,3 моль

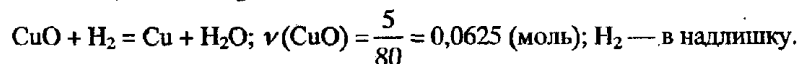


2 моль 1 моль

$$m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = \nu \cdot M = 0,6 \cdot 107 = 64,2 \text{ (г)}. \alpha = \frac{64,2}{82,8} = 0,7754, \text{ або } 77,5\%.$$

$$6.1.132. \nu = \frac{m}{M}. 2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow. \nu(\text{Al}) = \frac{2,7}{27} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

Згідно з рівнянням,  $\nu(\text{Al}) = 3\nu(\text{HCl})$ , отже, з 0,1 моль Al прореагує 0,3 моль HCl, тобто кислота міститься в надлишку. При цьому виділяється 0,15 моль  $\text{H}_2$ .



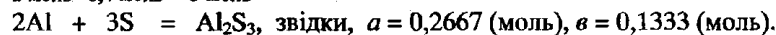
$\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{CuO}) = 0,0625 \text{ моль.}$

Практично одержать металу:

$$\nu(\text{Cu}) = 0,0625 \cdot 0,9 = 0,05625 \text{ (моль)}, m(\text{Cu}) = 0,05625 \cdot 64 = 3,6 \text{ (г)}.$$

6.1.138. За умовою  $\nu(\text{Al}) = \nu(\text{S})$ . Припустимо, що суміш містила по x моль речовин. Тоді можна записати:  $23,6 = 27x + 32x$ , звідки  $x = 0,4 \text{ (моль)}$ .

a моль 0,4 моль b моль

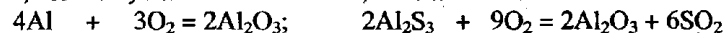


2 моль 3 моль 1 моль

Не прореагує  $0,4 - 0,2667 = 0,1333 \text{ (моль) Al}$ .

0,1333 моль у моль

0,1333 моль z моль



4 моль 3 моль

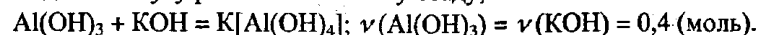
2 моль 9 моль

$y = 0,1 \text{ (моль)}, z = 0,6 \text{ (моль)}$ . На обидві реакції витратили:  $0,1 + 0,6 = 0,7 \text{ (моль) O}_2. V(\text{O}_2) = \nu \cdot V_m = 0,7 \cdot 22,4 = 15,68 \text{ (л)}$ .

$$6.1.139. \nu = \frac{m}{M}; C = \frac{\nu}{V}. \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4.$$

$\nu(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ (моль)}$ . Згідно з рівнянням реакції, із сіллю прореагує лише  $0,6 \cdot 6 = 3,6 \text{ (моль) KOH}$ , а в розчині було  $2 \cdot 2 = 4 \text{ (моль)}$ . Залишиться  $4 - 3,6 = 0,4 \text{ (моль)}$  луку.  $\nu(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ (моль)}$ .

Надлишок луку розчинить частину осаду, який випав:



Отже, алюміній гідроксиду залишиться  $1,2 - 0,4 = 0,8 \text{ (моль)}$ .

$$m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \cdot 0,8 = 62,4 \text{ (г)}$$

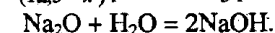
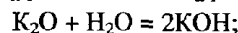
6.2.1. Припустимо, що суміш містила x г  $\text{K}_2\text{O}$ , тоді  $m(\text{Na}_2\text{O}) = (12,5 - x) \text{ г}$ .

x г

a г

(12,5 - x) г

b г



94 г

112 г

62 г

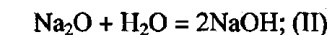
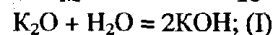
80 г

$$a = 1,1915x \text{ (г)}, b = 16,125 - 1,29x \text{ (г)}$$

З умови відомо, що  $a + b = 15,2$ . Підставимо одержані значення a та b в це рівняння:  $1,1915x + 16,125 - 1,29x = 15,2$ . Звідси  $x = 9,4 \text{ (г)}$ .

$$m(\text{K}_2\text{O}) = 9,4 \text{ г}, m(\text{Na}_2\text{O}) = 12,5 - 9,4 = 3,1 \text{ (г)}$$

$$6.2.2. \nu = \frac{m}{M}. \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{2,7}{18} = 0,15 \text{ (моль)}$$



Припустимо, що на реакцію (I) витратили x моль  $\text{H}_2\text{O}$ , тоді на реакцію (II) піде  $(0,15 - x)$  моль води. З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{K}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = x$  моль. З рівняння (II):  $\nu(\text{Na}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = (0,15 - x)$  моль.

Отже, вихідна суміш містила x моль  $\text{K}_2\text{O}$  та  $(0,15 - x)$  моль  $\text{Na}_2\text{O}$ .

$$\text{Тоді } m(\text{K}_2\text{O}) = 94x \text{ (г)}, m(\text{Na}_2\text{O}) = (0,15 - x) \cdot 62 \text{ (г)}$$

Так як маса вихідної суміші становить 12,5 г, складемо рівняння:

$$12,5 = 94x + 62 \cdot (0,15 - x). \text{ Звідси } x = 0,1. \text{ Розрахуємо маси оксидів:}$$

$$m(\text{K}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 94 = 9,4 \text{ (г)}, m(\text{Na}_2\text{O}) = 12,5 - 9,4 = 3,1 \text{ (г)}$$

$$6.2.21. \nu = \frac{V}{V_m}; \nu = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \nu(\text{Cl}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ (моль)}$$



Припустимо, що на реакцію (II) витратили x моль  $\text{Cl}_2$ , тоді на реакцію (I) піде  $(0,05 - x)$  моль  $\text{Cl}_2$ . З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{Cl}_2) =$

$$= (0,05 - x) \text{ моль. З рівняння (II): } \nu(\text{Fe}) = \frac{2x}{3} = 0,6667x \text{ (моль)}. \text{ Склада-$$

ємо рівняння:  $3 = 64(0,05 - x) + 56 \cdot 0,6667x$ . Звідси  $x = 0,0075 \text{ (моль)}$ .

$$\text{Отже, } m(\text{Fe}) = 0,0075 \cdot 0,6667 \cdot 56 = 0,28 \text{ (г)}. w(\text{Fe}) = \frac{0,28}{3} = 0,093 = 9,3\%.$$

6.2.24.  $v = \frac{V}{V_m}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ . З хлоридною кислотою реагують лише залізо та залізна окалина:  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ ; (I)  
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{FeCl}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ . (II)

$m(\text{HCl}) = 90,64 \cdot 1,047 \cdot 0,1 = 9,49$  (г), тоді  $v(\text{HCl}) = \frac{9,49}{36,5} = 0,26$  (моль).

Під час реакції виділилось водню:  $v(\text{H}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05$  (моль).

З рівняння (I) випливає:  $v(\text{Fe}) = v(\text{H}_2) = 0,05$  моль. Звідси  $m(\text{Fe}) = 0,05 \cdot 56 = 2,8$  (г). З рівняння (II) випливає:  $v(\text{HCl}) = 2v(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,05 = 0,1$  (моль). На реакцію (II) витрачено  $0,26 - 0,1 = 0,16$  (моль) кислоти.

З рівняння (II) випливає:  $v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = \frac{0,16}{8} = 0,02$  (моль).

$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,02 \cdot 232 = 4,64$  (г).  $m(\text{Cu}) = 8 - 2,8 - 4,64 = 0,56$  (г).

6.2.36.  $v = \frac{V}{V_m}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ .  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ; (I)

$2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ . (II)

$v(\text{Cl}_2) = 1$  моль. За рівнянням (II):  $v(\text{KMnO}_4) = \frac{2 \cdot 1}{5} = 0,4$  (моль).

$m(\text{KMnO}_4) = 0,4 \cdot 158 = 63,2$  (г),  $m(\text{CaCO}_3) = 93,2 - 63,2 = 30$  (г),

$v(\text{CaCO}_3) = \frac{30}{100} = 0,3$  (моль).

$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ ; (III)  $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ . (IV)

$v(\text{CaO}) = v(\text{CaCO}_3) = 0,3$  моль,  $v(\text{K}_2\text{MnO}_4) = \frac{1}{2} v(\text{KMnO}_4) = \frac{0,4}{2} =$

$= 0,2$  (моль).  $v(\text{MnO}_2) = 0,2$  моль. Розрахуємо масовий склад твердого залишку:  $m(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0,2 \cdot 197 = 39,4$  (г),  $m(\text{MnO}_2) = 0,2 \cdot 87 = 17,4$  (г),  $m(\text{CaO}) = 0,3 \cdot 56 = 16,8$  (г).

6.3.1. Певна кількість речовини заліза, з якого виготовлено пластинку, переходить у розчин, утворюючи сіль  $\text{FeSO}_4$ , а мідь, яка відновлюється, осідає на пластинці. Для реакцій такого типу, коли один атом металу заміщує один атом металу, що входить до складу солі, можна передбачити, збільшиться чи зменшиться маса пластинки. Якщо атомна маса металу, який осідає на пластинці, більша за атомну масу металу, з якого виготовлена пластинка, то маса пластинки збільшиться. Для розв'язання задач такого типу складають пропорції з використанням двох величин — зміни маси теоретичної  $\Delta m$  (т.) і зміни маси пластинки практичної  $\Delta m$  (п.).

Отже, для реакції  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

$\Delta m$  (т.) =  $64 - 56 = 8$  (г), а  $\Delta m$  (п.) =  $5,5 - 5 = 0,5$  (г).

$x$  г  $\Delta m$  (п.) =  $0,5$  г

$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

56 г  $\Delta m$  (т.) = 8 г

$\frac{x}{56} = \frac{0,5}{8}$ . Звідси  $x = 3,5$  (г).

6.3.5. 3 г  $\Delta m$  (п.) =  $x$  г

$\text{Fe} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

56 г 216 г  $\Delta m$  (т.) = 160 г

$\Delta m$  (т.) =  $216 - 56 = 160$  (г).  $\frac{3}{56} = \frac{x}{160}$ . Звідси  $x = 8,6$  (г).

Отже, маса пластинки збільшилась на 8,6 г і дорівнює  $15 + 8,6 = 23,6$  (г).

6.3.7. 16 г  $\Delta m$  (п.) =  $x$  г

$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

56 г 160 г 64 г  $\Delta m$  (т.) = 8 г

$\Delta m$  (т.) =  $64 - 56 = 8$  (г).  $\frac{16}{160} = \frac{x}{8}$ ,  $x = 0,8$  (г).

Тепер можна записати ( $y$  — початкова маса пластинки):

0,8 г становить 2%

звідки  $y = 40$  (г).

$y$  г — " — 100%,

6.3.12.  $m(\text{AgNO}_3) = m$  (розчину)  $\cdot W(\text{AgNO}_3) = 200 \cdot 0,05 = 10$  (г).

10 г  $\Delta m$  (п.) =  $x$  г

$\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

64 г 340 г 216 г  $\Delta m$  (т.) = 152 г

$\Delta m$  (т.) =  $216 - 64 = 152$  (г).  $x = \frac{152 \cdot 10}{340} = 4,5$  (г). Отже, маса пластинки збільшилась на 4,5 г і становить  $50 + 4,5 = 54,5$  (г).

6.3.15.  $\Delta m$  (т.) =  $216 - 65 = 151$  (г).

$x$   $\Delta m$  (п.) = 2 г

$2\text{AgNO}_3 + \text{Zn} = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$

340 г 65 г 216 г  $\Delta m$  (т.) = 151 г

$x = \frac{340 \cdot 2}{151} = 4,5$  (г). Ступінь виділення Аргентуму із солі дорівнює

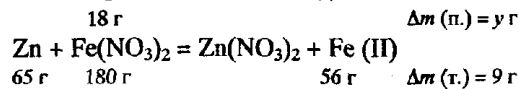
ступеню перетворення солі:  $\alpha = \frac{4,5}{13,5} = 0,334$ , або 33,4%.

6.3.20. 1,7 г  $\Delta m$  (п.) =  $x$  г

$\text{Zn} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$  (I)

65 г 340 г 216 г  $\Delta m$  (т.) = 151 г

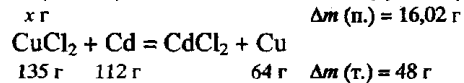
$\Delta m (\text{т.}) = 216 - 65 = 151 \text{ (г)}, x = \frac{1,7 \cdot 151}{340} = 0,755 \text{ (г)}$ . Отже, маса пластинки в результаті реакції (I) збільшилась на 0,755 г.



$\Delta m (\text{т.}) = 65 - 56 = 9 \text{ (г)}, y = \frac{18 \cdot 9}{180} = 0,9 \text{ (г)}$ .

У результаті реакції (II) відбулось зменшення маси пластинки на 0,9 г. У результаті обох реакцій маса пластинки зменшилась на  $0,9 - 0,755 = 0,145 \approx 0,15 \text{ (г)}$ .

6.3.22.  $m (\text{пласт.}) = 450 \cdot 0,089 = 40,05 \text{ (г)}, \Delta m (\text{п.}) = 40,05 \cdot 0,4 = 16,02 \text{ (г)}$ .



$\Delta m (\text{т.}) = 112 - 65 = 48 \text{ (г)}, x = \frac{135 \cdot 16,02}{48} = 45,06 \text{ (г)}$ .

$W (\text{CuCl}_2) = \frac{m (\text{CuCl}_2)}{m (\text{р-ну})} = \frac{45,06}{450} = 0,1$ , або 10%.

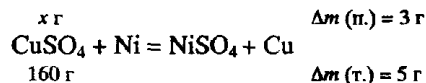
6.3.23.  $\text{CuSO}_4 + \text{Ni} = \text{NiSO}_4 + \text{Cu}$ .

$A_r (\text{Cu}) > A_r (\text{Ni})$ , отже, маса пластинки зростає.  $\Delta m (\text{т.}) = 64 - 59 = 5 \text{ (г)}$ .  
Можна записати:

$m (\text{пласт.})$  становить 100%  
15 г — " — 125%, звідки  $m (\text{пласт.}) = 12 \text{ (г)}$ .

$\Delta m (\text{п.}) = 15 - 12 = 3 \text{ (г)}$ .

Розрахуємо масу солі, яка вступила в реакцію:



Звідси  $x = \frac{160 \cdot 3}{5} = 96 \text{ (г)}, \alpha = \frac{96}{300} = 0,32$ .

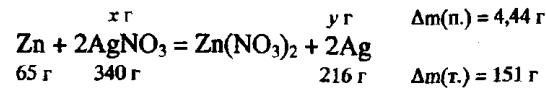
6.3.25. Розрахуємо вихідну масу пластинки:

14,44 г становить 144,4%

$m (\text{пласт.})$  — " — 100%, звідки  $m (\text{пласт.}) = 10 \text{ (г)}$ .

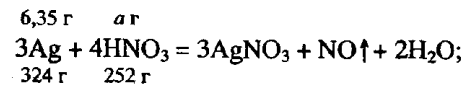
$\Delta m (\text{прак.}) = 14,44 - 10 = 4,44 \text{ (г)}$ .

Розрахуємо масу аргентум нітрату, який прореагував, та масу срібла, яке осадилось на пластинці:



$\Delta m (\text{т.}) = 216 - 65 = 151 \text{ (г)}, x = \frac{340 \cdot 4,44}{151} = 10 \text{ (г)}, y = \frac{216 \cdot 4,44}{151} = 6,35 \text{ (г)}$ .  $\alpha = \frac{10}{20} = 0,5$ , або 50%. Розрахуємо масу розчину нітратної

кислоти, яка витратиться на розчинення осадженого срібла:

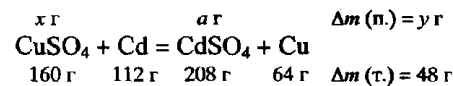


$a = \frac{6,35 \cdot 252}{324} = 4,94 \text{ (г)}$ ;  $m (\text{р-ну HNO}_3) = \frac{m (\text{HNO}_3)}{W (\text{HNO}_3)} = \frac{4,94}{0,1} = 49,4 \text{ (г)}$ .

$V (\text{р-ну HNO}_3) = \frac{m (\text{р-ну HNO}_3)}{\rho} = \frac{49,4}{1,054} = 46,87 \approx 46,9 \text{ (мл)}$ .

6.3.28.  $m (\text{CuSO}_4) = m (\text{р-ну CuSO}_4) \cdot W (\text{CuSO}_4) = 200 \cdot 0,2 = 40 \text{ (г)}$ .

$\Delta m (\text{т.}) = 112 - 64 = 48 \text{ (г)}$ . Припустимо, що в реакцію вступило  $x \text{ г}$  купрум (II) сульфату.



$\alpha = \frac{208x}{160} = 1,3x \text{ (г)}$ . У розчині залишилось  $(40 - x) \text{ г}$   $\text{CuSO}_4$ .

Так як  $m (\text{CuSO}_4) = m (\text{CdSO}_4)$ , то можна записати  $40 - x = 1,3x$ .

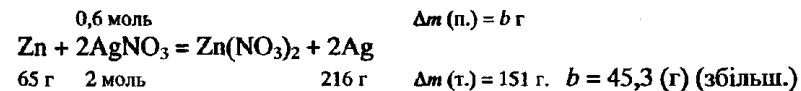
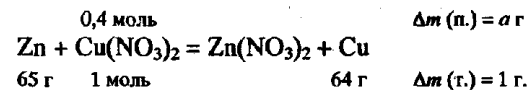
Звідси  $x = 17,39 \text{ (г)}, y = \frac{17,39 \cdot 48}{160} = 5,2 \text{ (г)}$ .

Маса пластинки становитиме  $20 - 5,2 = 14,8 \text{ (г)}$ .

6.3.30. Позначимо через  $k$  коефіцієнт пропорційності. Тоді можна записати:

$2k \cdot 188 + 3k \cdot 170 = 177,2$ , звідки  $k = 0,2 \text{ (моль)}$ .

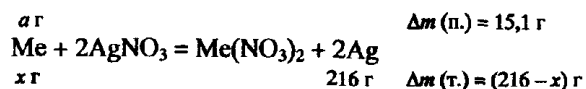
$\nu (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ (моль)}, \nu (\text{AgNO}_3) = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ (моль)}$ .



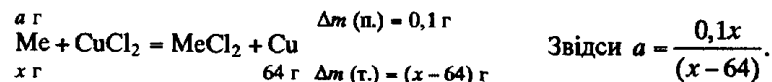
Маса пластинки збільшиться на  $45,3 - 0,4 = 44,9 \text{ (г)}$ .



6.3.31. Припустимо, що маса кожної пластинки становить 100 г. Тоді маса першої пластинки збільшилась на 15,1 г, а другої зменшилась на 0,1 г. Відносну атомну масу металу, з якого були виготовлені пластинки, позначимо через  $x$ .



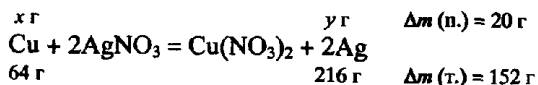
$$\text{Звідси } a = \frac{15,1x}{(216 - x)}$$



Так як розчини солей, в які помістили пластинки, мали однакові значення молярних концентрацій еквівалентів, то маси металу, які прореагували, були однаковими.  $\frac{15,1x}{216 - x} = \frac{0,1x}{x - 64}$ , звідки  $x = 65$ . Це цинк.

6.3.33.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ . Розрахуємо масу міді, яка прореагу-

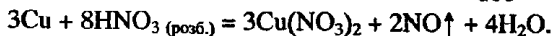
вала, та масу відновленого срібла, яке осіло на пластинці:



$$\Delta m (\text{п.}) = 90 - 70 = 20 \text{ (г)}. \quad x = \frac{64 \cdot 20}{152} = 8,42 \text{ (г)}. \quad y = \frac{216 \cdot 20}{152} = 28,42 \text{ (г)}.$$

Залишилось  $70 - 8,42 = 61,58$  (г) Cu.

$$\nu(\text{Cu}) = \frac{61,58}{64} = 0,9622 \text{ (моль)}, \quad \nu(\text{Ag}) = \frac{28,421}{108} = 0,2632 \text{ (моль)}.$$



$$3 \text{ рівняння впливає: } \nu(\text{HNO}_3) = \frac{0,9622 \cdot 8}{3} = 2,5659 \text{ (моль)}.$$



$$3 \text{ рівняння впливає: } \nu(\text{HNO}_3) = \frac{0,2632 \cdot 4}{3} = 0,3509 \text{ (моль)}.$$

Усього прореагувало:  $\nu(\text{HNO}_3) = 2,5659 + 0,3509 = 2,9168$  (моль).

Тоді  $m(\text{HNO}_3) = 2,9168 \cdot 63 = 183,76$  (г).

$$m(\text{р-ну HNO}_3) = \frac{183,76}{0,3} = 612,5 \text{ (г)}, \quad V(\text{р-ну HNO}_3) = \frac{612,5}{1,181} = 518,6 \text{ (мл)}.$$

6.4.8.  $C = \frac{\nu}{V}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ . Розрахуємо кількість речовини фосфатної кислоти, що міститься в розчині:  $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2 \cdot 1,5 = 3$  (моль),  $\nu(\text{NH}_3) = \frac{112}{22,4} = 5$  (моль). Так як  $\nu(\text{NH}_3) : \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1:1$ , то спочатку відбу-

ється реакція  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . Прореагує 3 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  з 3 моль  $\text{NH}_3$ . Утвориться 3 моль амоній дигідрофосфату. Однак залишається  $5 - 3 = 2$  (моль)  $\text{NH}_3$ . Утворена кислота сіль взаємодіє із залишком амоніаку:  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . З рівняння випливає, що 2 моль  $\text{NH}_3$  прореагує з 2 моль  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  і утвориться 2 моль  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Отже, залишається  $3 - 2 = 1$  (моль)  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ .

$M(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 115$  г/моль,  $M((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 132$  г/моль.

$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 115 \cdot 1 = 115$  (г),  $m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 132 \cdot 2 = 264$  (г).

6.4.11.  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $\nu(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{4,65}{62} = 0,075$  (моль).  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ .

За рівнянням реакції  $\nu(\text{NaOH}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{O}) = 0,075 \cdot 2 = 0,15$  (моль).

$\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{9,8}{98} = 0,1$  (моль). Так як  $\nu(\text{лугу}) : \nu(\text{к-ти}) = 1:1$ , робимо

висновок, що відбувається реакція з утворенням натрій дигідрофосфату:  $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

У реакцію вступить 0,1 моль NaOH, 0,1 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  і утвориться 0,1 моль  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Залишиться  $0,15 - 0,1 = 0,05$  (моль) NaOH. Частина утвореної кислоти солі реагує із залишком NaOH:

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . За цим рівнянням реакції, 0,05 моль натрій дигідрофосфату реагує з 0,05 моль натрій гідроксиду і утворюється 0,05 моль натрій гідрофосфату.

Залишається  $0,1 - 0,05 = 0,05$  (моль)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

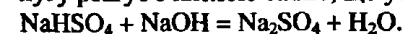
$M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142$  г/моль,  $M(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120$  г/моль.

$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,05 \cdot 142 = 7,1$  (г),  $m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120 \cdot 0,05 = 6$  (г).

6.4.13.  $C = \frac{\nu}{V}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $\nu(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15$  (моль),  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 0,2 =$

$= 0,1$  (моль). Так як  $\nu(\text{NaOH}) : \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1:1$ , то відбувається реакція, що описується рівнянням реакції  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

Реагує 0,1 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з 0,1 моль NaOH і утворюється 0,1 моль натрій гідрогенсульфату. Залишиться  $0,15 - 0,1 = 0,05$  (моль) NaOH. Залишок лугу реагує з кислотою сіллю, що утворилась:



0,05 моль NaOH прореагує з 0,05 моль  $\text{NaHSO}_4$  і утвориться 0,05 моль  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . При цьому залишиться  $0,1 - 0,05 = 0,05$  (моль)  $\text{NaHSO}_4$ .

$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{NaHSO}_4) = 120 \text{ (г/моль)}$ .  
 $m(\text{NaHSO}_4) = 120 \cdot 0,05 = 6 \text{ (г)}$ .  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \cdot 0,05 = 7,1 \text{ (г)}$ .

6.4.18.  $C = \frac{v}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ .  $v(\text{CaCO}_3) = \frac{200}{100} = 2 \text{ (моль)}$ ,  $v(\text{Ba(OH)}_2) = 2 \cdot 0,75 = 1,5 \text{ (моль)}$ .  
 $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ . (I) З рівняння (I) випливає:  $v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 2 \text{ моль}$ .  
 $\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ . (II) З рівняння (II) випливає, що 1,5 моль лугу реагує з 1,5 моль  $\text{CO}_2$ , утворюючи 1,5 моль барій карбонату. При цьому залишиться  $2 - 1,5 = 0,5 \text{ (моль)}$   $\text{CO}_2$ , який прореагує за рівнянням (III) з 0,5 моль барій карбонату, утворюючи 0,5 моль барій гідрогенкарбонату.  
 $\text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba(HCO}_3)_2$ . (III)  
 Залишиться  $1,5 - 0,5 = 1 \text{ (моль)}$   $\text{BaCO}_3$ .  
 $M(\text{Ba(HCO}_3)_2) = 259 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль}$ .  
 $m(\text{Ba(HCO}_3)_2) = 0,5 \cdot 259 = 129,5 \text{ (г)}$ ,  $m(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г}$ .

6.4.19.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ .  $m(\text{р-ну NaOH}) = 250 \cdot 1,28 = 320 \text{ (г)}$ ,

$m(\text{NaOH}) = 320 \cdot 0,025 = 8 \text{ (г)}$ ,  $v(\text{NaOH}) = \frac{8}{40} = 0,2 \text{ (моль)}$ .

$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$ . З рівняння випливає, що  $v(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{0,2 \cdot 2}{4} = 0,1 \text{ (моль)}$

$m(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,1 \cdot 142 = 14,2 \text{ (г)}$ .  $m(\text{р-ну}) = 320 + 14,2 = 334,2 \text{ (г)}$ .

Так як  $v(\text{P}_2\text{O}_5) : v(\text{NaOH}) = 1 : 2$ , то буде відбуватись реакція  
 $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

З рівняння випливає, що  $v(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = v(\text{NaOH}) = 0,2 \text{ моль}$ .

$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,2 \cdot 120 = 24 \text{ (г)}$ .  $W(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = \frac{24}{334,2} = 0,072$ , або 7,2%.

6.4.20.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $v = \frac{V}{V_m}$ .  $v(\text{Ca(HCO}_3)_2) = \frac{4,86}{162} = 0,03 \text{ (моль)}$ ,

$v(\text{CaCO}_3) = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ (моль)}$ .

$\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCO}_3$ ; (I)  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(HCO}_3)_2$ . (II)

На утворення 0,03 моль кальцій гідрогенкарбонату за рівнянням (II) потрібно використати по 0,03 моль кальцій карбонату та карбон діоксиду. Отже, за рівнянням (I) повинно утворитись  $0,1 + 0,03 = 0,13 \text{ (моль)}$   $\text{CaCO}_3$ . За рівнянням (I) для утворення 0,13 моль кальцій карбонату потрібно використати 0,13 моль  $\text{CO}_2$ . Усього потрібно використати  $0,03 + 0,13 = 0,16 \text{ (моль)}$   $\text{CO}_2$ .  $V(\text{CO}_2) = 0,16 \cdot 22,4 = 3,584 \approx 3,58 \text{ (л)}$ .

6.4.24.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Ввівши  $k$  як коефіцієнт пропорційності, мож-

на записати:  $k + 2k = 120$ . Звідси  $k = 40$ . Таким чином,  $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 40 \text{ (г)}$ , а  $m(\text{KHSO}_4) = 80 \text{ (г)}$ .

$v(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{40}{174} = 0,2299 \text{ (моль)}$ ,  $v(\text{KHSO}_4) = \frac{80}{136} = 0,5882 \text{ (моль)}$ .

У розчині відбулись реакції, що описуються рівняннями:

$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ; (I)  $\text{KHSO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . (II)

За рівнянням (II) на утворення 0,2299 моль  $\text{K}_2\text{SO}_4$  було витрачено по 0,2299 моль  $\text{KHSO}_4$  та  $\text{KOH}$ . Отже, за рівнянням (I) утворилось  $0,2299 + 0,5882 = 0,8181 \text{ (моль)}$   $\text{KHSO}_4$ . За рівнянням (I) на утворення 0,8181 моль  $\text{KHSO}_4$  витратилось по 0,8181 моль  $\text{KOH}$  та  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Загальна кількість речовини  $\text{KOH}$  становить:

$v(\text{KOH}) = 0,2299 + 0,8181 = 1,048 \text{ (моль)}$ .

$m(\text{KOH}) = 1,048 \cdot 56 = 58,69 \text{ (г)}$ ,  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,8181 \cdot 98 = 80,17 \text{ (г)}$ .

$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{80,17}{120} = 0,6681 = 66,81\%$ ,  $W(\text{KOH}) = \frac{58,69}{150} = 0,3913 = 39,13\%$ .

6.4.38.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ; (I)  $\text{KHSO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . (II)

За рівнянням (I) з 0,2 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$  прореагує 0,2 моль  $\text{KOH}$  і при цьому утвориться 0,2 моль  $\text{KHSO}_4$ . Припустимо, що за рівнянням (II) прореагує  $x$  моль  $\text{KHSO}_4$ . При цьому витратиться  $x$  моль  $\text{KOH}$  та утвориться  $x$  моль  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Залишиться  $(0,2 - x)$  моль  $\text{KHSO}_4$ . Розрахуємо маси калій сульфату та калій гідрогенсульфату, які будуть міститись в одержаному розчині:  $m = M \cdot v$ .  $m(\text{KHSO}_4) = 136 \cdot (0,2 - x) \text{ г}$ ,  $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174x \text{ (г)}$ . Знаючи масу суміші солей, складемо рівняння:  $31 = 174x + 136 \cdot (0,2 - x)$ , звідки  $x = 0,1 \text{ (моль)}$ .

Таким чином, загальна кількість речовини лугу, витраченого на обидві реакції, становить:  $0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ (моль)}$ .

$m(\text{KOH}) = 56 \cdot 0,3 = 16,8 \text{ (г)}$ ,  $m(\text{р-ну KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{W(\text{KOH})} = \frac{16,8}{0,2} = 84 \text{ (г)}$ .

6.4.43.  $v = \frac{m}{M}$ .  $v(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{22,2}{74} = 0,3 \text{ (моль)}$ ,  $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{24,5}{98} = 0,25 \text{ (моль)}$ .

Спочатку відбувається реакція, в якій кількості речовин, що реагують, відносяться як 3:2:

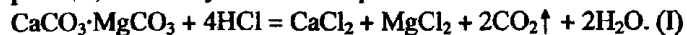
$3\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .

3 моль      2 моль      1 моль  
 0,3 моль  $\text{Ca(OH)}_2$  прореагує з 0,2 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , утворюючи 0,1 моль  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Залишиться  $0,25 - 0,2 = 0,05 \text{ (моль)}$   $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Кислота, що залишиться, прореагує з частиною солі, яка утворилась, переводячи її в

кислу сіль:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{CaHPO}_4$ . 0,05 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  взаємодіє з 0,05 моль  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Залишиться  $0,1 - 0,05 = 0,05$  (моль) кальцій фосфату.  $m(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,05 \cdot 310 = 15,5$  (г).

6.4.45.  $\nu = \frac{m}{M}$ . При взаємодії доломіту з хлоридною кислотою відбувається

реакція, яка описується таким рівнянням:



Масова частка карбонатів Кальцію та Магнію в доломіті становить  $100 - 5 = 95$  (%). Отже,  $m(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3) = 77,47 \cdot 0,95 = 73,6$  (г).

$\nu(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3) = \frac{73,6}{184} = 0,4$  (моль). За рівнянням (I) утвориться

$0,4 \cdot 2 = 0,8$  (моль)  $\text{CO}_2$ .  $\text{CO}_2 + \text{KOH} = \text{KHCO}_3$ . (II) За рівнянням (II) 0,8 моль  $\text{CO}_2$  при взаємодії з  $\text{KOH}$  утворить 0,8 моль  $\text{KHCO}_3$ . Частина утвореного калій гідрокарбонату прореагує з надлишком луку:

$\text{KHCO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . (III) Припустимо, що за рівнянням (III) прореагує  $x$  моль  $\text{KHCO}_3$ . Тоді утвориться  $x$  моль  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .

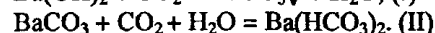
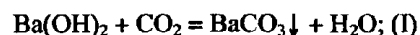
Отже, до складу утвореної суміші буде входити  $138x$  (г)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  та  $100 \cdot (0,8 - x)$  г  $\text{KHCO}_3$ . Так як маса суміші солей відома, то можна скласти рівняння:  $95,2 = 138x + 100 \cdot (0,8 - x)$ , звідки  $x = 0,4$  (моль).

$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138 \cdot 0,4 = 55,2$  (г),  $m(\text{KHCO}_3) = 0,4 \cdot 100 = 40$  (г).

6.4.46.  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,8}{18} = 0,6$  (моль),  $\nu(\text{BaCO}_3) = \frac{39,4}{197} = 0,2$  (моль),

$\nu(\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{25,9}{259} = 0,1$  (моль). Фосфор (V) оксид поглинув 0,6 моль

води, а карбон діоксид при пропусканні крізь баритову воду утворив певну кількість речовини барій карбонату та барій гідрокарбонату:



На утворення 0,1 моль  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$  витрачено 0,1 моль  $\text{CO}_2$  та 0,1 моль  $\text{BaCO}_3$  (згідно з рівнянням II). Отже, за рівнянням реакції (I) повинно було утворитись  $0,2 + 0,1 = 0,3$  (моль) барій карбонату, на що витрачилось 0,3 моль  $\text{CO}_2$ . Всього витрачено  $0,3 + 0,1 = 0,4$  (моль)  $\text{CO}_2$ .

$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,6 \cdot 2 = 1,2$  (моль).  $m(\text{H}) = 1,2 \cdot 1 = 1,2$  (г).

$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 12 = 0,48$  (г). Перевіримо, чи містила вихідна речовина Оксиген:  $m(\text{O}) = 6 - (1,2 + 4,8) = 0$ . Отже, органічна речовина містила лише атоми Гідрогену та Карбону. Визначимо формулу невідомого вуглеводню:  $\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 0,4 : 1,2 = 1 : 3$ . Найпростіша формула речовини —  $\text{CH}_3$ . Однак такої речовини не існує. Тоді подвоюємо кількість атомів C та H. Одержимо етан —  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

6.4.47.  $C = \frac{\nu}{V}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,04 \cdot 2 = 0,08$  (моль).

$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 170,4 \cdot 0,05 = 8,52$  (г).  $\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{8,52}{142} = 0,06$  (моль).

Ортофосфатна кислота взаємодіє з натрій гідрофосфатом згідно з рівнянням реакції:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

0,06 моль кислоти реагує з 0,06 моль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , утворюючи 0,12 моль натрій дигідрофосфату. Отже, в розчині будуть міститись 0,12 моль  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  та  $0,08 - 0,06 = 0,02$  (моль) кислоти.

$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,02 \cdot 98 = 1,96$  (г),  $m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,12 \cdot 120 = 14,4$  (г).

7.1.1.  $W(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{р-ну})}$ ,  $m(\text{р-ну}) = m(\text{NaCl}) + m(\text{H}_2\text{O})$ .

$m(\text{р-ну}) = 20 + 180 = 200$  (г),  $W(\text{NaCl}) = \frac{20}{200} = 0,1$ , або 10%.

7.1.2.  $W(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(\text{р-ну})}$ ,  $m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{KNO}_3)}{W(\text{KNO}_3)} = \frac{140}{0,1} = 1400$  (г).

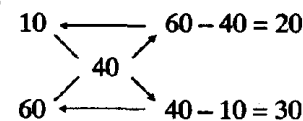
$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{KNO}_3) = 1400 - 140 = 1260$  (г).

7.1.3.  $W(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{р-ну})}$ ,  $m(\text{р-ну}) = \rho V$ .  $W(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{\rho V}$ ,  $m(\text{HCl}) = \rho V W(\text{HCl})$ .

$m(\text{HCl}) = 1,108 \cdot 2000 \cdot 0,22 = 488$  (г).

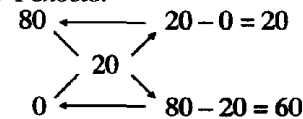
7.1.4.  $W(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{m(\text{р-ну})}$ ,  $m(\text{KCl}) = W(\text{KCl}) \cdot m(\text{р-ну}) = 0,3 \cdot 200 = 60$  (г).

7.1.5.



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3}$$

7.1.6. I спосіб.



$$\frac{600}{m_1} = \frac{20 + 60}{20}. \text{ Звідси } m_1 = 150 \text{ г.}$$

Отже, потрібно змішати 150 г розчину солі і  $600 - 150 = 450$  г води.

II спосіб (алгебраїчний).

$m(\text{NaCl}) = m(\text{р-ну NaCl}) \cdot W(\text{NaCl}) = 600 \cdot 0,2 = 120$  г. Отже, у розчині  $\text{NaCl}$  з масовою часткою речовини 80%, взятому для приготування заданого розчину, повинно міститись 120 г солі.

$$m_1(\text{р-ну NaCl}) = \frac{m_1(\text{NaCl})}{W_1(\text{NaCl})} = \frac{120}{0,8} = 150 \text{ (г)}. m(\text{H}_2\text{O}) = 600 - 150 = 450 \text{ (г)}.$$

7.1.7. I спосіб.

$$0,25 \longleftarrow 0,2 - 0,05 = 0,15$$

$$0,05 \longleftarrow 0,25 - 0,2 = 0,05$$

$$\frac{200}{m_1} = \frac{0,05}{0,15}. \text{ Звідси } m_1 = 600 \text{ г.}$$

$$V(\text{р-ну}) = \frac{600}{1,12} = 536 \text{ (мл)}.$$

II спосіб (алгебраїчний).

$$W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \text{ Розрахуємо масу кислоти у вихідному розчині:}$$

$$m(\text{NaCl}) = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ (г)}.$$

Припустимо, що потрібно додати  $x$  г розчину  $\text{HCl}$  ( $W = 0,25$ ) у якому міститься  $0,25x$  г кислоти. Тоді загальна маса кислоти становитиме  $(10 + 0,25x)$  г, а маса розчину, що утвориться —  $(200 + x)$  г.

$$0,2 = \frac{10 + 0,25x}{200 + x}, \text{ звідки } x = 600 \text{ г. } V(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{р-ну})}{\rho} = \frac{600}{1,12} = 536 \text{ (мл)}.$$

7.1.8.

$$1,18 \longleftarrow 1,068 - 1,048 = 0,02$$

$$1,048 \longleftarrow 1,18 - 1,068 = 0,112$$

$$\frac{V_1(\text{р-ну HCl})}{V_2(\text{р-ну HCl})} = \frac{0,02}{0,112} = \frac{5}{28}.$$

7.1.10. Розрахуємо масу лугу в першому розчині:

$$m_1(\text{KOH}) = m_1(\text{р-ну}) \cdot W_1 = \rho_1 V_1 W_1 = 1,173 \cdot 200 \cdot 0,2 = 46,92 \text{ (г)}.$$

Розрахуємо масу лугу в другому розчині:

$$m_2(\text{KOH}) = m_2(\text{р-ну}) \cdot W_2 = \rho_2 V_2 W_2 = 1,408 \cdot 500 \cdot 0,4 = 281,6 \text{ (г)}.$$

Розрахуємо масу  $\text{KOH}$  в одержаному розчині:

$$m_3(\text{KOH}) = 46,92 + 281,6 = 328,52 \text{ (г)}.$$

Обчислимо масу одержаного розчину:

$$m_3(\text{р-ну}) = m_1(\text{р-ну}) + m_2(\text{р-ну}) = 1,173 \cdot 200 + 1,408 \cdot 500 = 234,6 + 704 = 938,6 \text{ (г)}.$$

Розрахуємо масову частку лугу в одержаному розчині:

$$W_3(\text{KOH}) = \frac{m_3(\text{KOH})}{m_3(\text{р-ну})} = \frac{328,52}{938,6} = 0,35, \text{ або } 35\%.$$

7.1.11.  $v = \frac{V}{V_m}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. m(\text{р-ну}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl});$

$$v(\text{HCl}) = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ (моль)}; m(\text{HCl}) = 5 \cdot 36,5 = 182,5 \text{ (г)};$$

$$m(\text{р-ну}) = 600 + 182,5 = 782,5 \text{ (г)}; W(\text{HCl}) = \frac{182,5}{782,5} = 0,233, \text{ або } 23,3\%.$$

7.1.12.  $m(\text{H}_2\text{O}) = 420$  (г) Припустимо, що розчинили  $x$  г хлороводню. Тоді маса одержаного розчину становить  $(420 + x)$  г. Підставивши значення у формулу  $W = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{р-ну})}$ , одержимо:

$$0,25 = \frac{x}{420 + x}, \text{ звідки } x = 140 \text{ (г)}. v(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{140}{36,5} = 3,84 \text{ (моль)}.$$

$$V(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) \cdot V_m = 3,84 \cdot 22,4 = 85,92 \approx 86 \text{ (л)}.$$

7.1.13.  $v = \frac{m}{M}; v = \frac{V}{V_m}; \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ . Припустимо, що у 2 л води розчинили 30 л

$$\text{амоніаку. } m(\text{H}_2\text{O}) = 2000 \text{ (г)}, m(\text{NH}_3) = \frac{30 \cdot 17}{22,4} = 22,77 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{р-ну}) = 22,77 + 2000 = 2022,77 \text{ (г)}. W(\text{NH}_3) = \frac{22,77}{2022,77} = 0,0113 = 1,13\%.$$

7.1.37.  $v = \frac{m}{M}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$  г/моль.

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{25}{250} = 0,1 \text{ (моль)}. M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}.$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,1 = 16 \text{ (г)}. m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{р-ну}) = 25 + 200 = 225 \text{ (г)}. W(\text{CuSO}_4) = \frac{16}{225} = 0,071, \text{ або } 7,1\%.$$

7.1.38.  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$  г/моль.  $M(\text{CuSO}_4) = 160$  г/моль.

$$v(\text{CuSO}_4) = v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{25}{250} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

$m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,1 = 16$  (г). Розрахуємо масу купу  $\text{um}$  (II) сульфату, який міститься у 300 г р-ну солі:  $m(\text{CuSO}_4) = 0,2 \cdot 300 = 60$  (г). Знайдемо масу утвореного розчину та масу солі в ньому:

$$m_1(\text{р-ну}) = 25 + 300 = 325 \text{ (г)}; m_1(\text{CuSO}_4) = 16 + 60 = 76 \text{ (г)}.$$

$$\text{Тоді } W(\text{CuSO}_4) = \frac{76}{325} = 0,234, \text{ або } 23,4\%.$$

## 7.1.39. I спосіб.

$$\nu = \frac{m}{M}; \quad \rho = \frac{m}{V}. \quad m(\text{р-ну}) = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ (г)}. \quad m(\text{BaCl}_2) = 480 \cdot 0,2 =$$

$$= 96 \text{ (г)}. \quad M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль}. \quad \nu(\text{BaCl}_2) = \frac{96}{208} = 0,4615 \text{ (моль)};$$

$$\nu(\text{BaCl}_2) = \nu(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,4615 \text{ моль}; \quad M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 244 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,4615 \cdot 244 = 113 \text{ (г)}. \quad \text{Маса води, необхідна для приготування розчину: } m(\text{H}_2\text{O}) = 480 - 113 = 367 \text{ (г)}.$$

II спосіб.

Розраховуємо масову частку солі в кристалогідраті:

$$w(\text{BaCl}_2) = \frac{208}{244} = 0,8525, \text{ або } 85,25\%. \quad m(\text{р-ну}) = 400 \cdot 1,2 = 480 \text{ (г)}.$$

$$85,25 \longleftarrow 20 - 0 = 20$$

$$\begin{array}{c} \swarrow \quad \searrow \\ 20 \\ \swarrow \quad \searrow \\ 0 \quad 85,25 - 20 = 65,25 \end{array}$$

$$\frac{m_1}{480} = \frac{65,25}{20 + 65,25}. \quad \text{Звідси } m_1 = 367 \text{ г}.$$

$$m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 480 - 367 = 113 \text{ (г)}.$$

7.1.40. 
$$W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \quad m(\text{CuSO}_4) = 300 \cdot 0,2 = 60 \text{ (г)}. \quad \nu(\text{CuSO}_4) =$$

$$= \frac{60}{160} = 0,375 \text{ (моль)}. \quad \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{CuSO}_4) = 0,375 \text{ моль}.$$

Обчислимо масу кристалогідрату, яку можна добути:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,375 \cdot 250 = 93,75 \text{ (г)}.$$

7.1.41. 
$$\rho = \frac{m}{V}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \quad m(\text{р-ну}) = 200 \cdot 1,098 = 219,6 \text{ (г)},$$

$$m(\text{HCl}) = 219,6 \cdot 0,2 = 43,92 \text{ (г)}. \quad \text{Масова частка кислоти в одержаному розчині становитиме: } 20 \cdot 1,5 = 30 \text{ (\%)}. \quad \text{Припустимо, що потрібно розчинити } x \text{ г хлороводню. Тоді маса розчину становитиме } (219,6 + x) \text{ г і він буде містити } (43,92 + x) \text{ г HCl. Можна скласти рівняння: } 0,3 = \frac{43,92 + x}{219,6 + x}. \quad \text{Звідси } x = 31,37 \text{ (г)}.$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{31,37}{36,5} = 0,8595 \text{ (моль)}. \quad V(\text{HCl}) = 0,8595 \cdot 22,4 = 19,3 \text{ (л)}.$$

7.1.42. 
$$C = \frac{\nu}{V}. \quad \nu(\text{KOH}) = 0,2 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ (моль)}. \quad \text{Розраховуємо об'єм } 0,5 \text{ М роз-}$$

$$\text{чину, який буде містити } 0,02 \text{ моль KOH: } V = \frac{0,02}{0,5} = 0,04 \text{ (л)}, \text{ або } 40 \text{ мл}.$$

7.1.43. 
$$W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \quad m(\text{NaCl}) = 40 + 300 \cdot 0,1 = 70 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{р-ну}) = \frac{300 + 40}{2} = 170 \text{ (г)}. \quad W(\text{NaCl}) = \frac{70}{170} = 0,4118, \text{ або } 41,2\%.$$

7.1.53. 
$$W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \quad m(\text{BaCl}_2) = 400 \cdot 0,2 = 80 \text{ (г)}.$$

Припустимо, що потрібно розчинити  $x$  г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

$$M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ г/моль}. \quad M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 244 \text{ г/моль}.$$

$$\nu(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{x}{244} \text{ (моль)}. \quad \nu(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{BaCl}_2).$$

$$\text{Отже, у розчині буде міститись } (80 + \frac{208x}{244}) \text{ г BaCl}_2.$$

$$m(\text{р-ну}) = (400 + x) \text{ г}. \quad \text{Так як масова частка розчиненої речовини відо-}$$

$$\text{ма, то можна записати: } 0,4 = \frac{80 + 0,8525x}{400 + x}. \quad \text{Звідси } x = 177 \text{ (г)}.$$

7.1.54. 
$$\nu = \frac{m}{M}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \quad \text{Припустимо, що потрібно розчинити } x \text{ г за-}$$

лізного купоросу. Тоді маса розчину, який утвориться, становитиме

$$(400 + x) \text{ г}. \quad M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278 \text{ г/моль}. \quad \nu(\text{FeSO}_4) = \nu(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= \frac{x}{278} \text{ (моль)}. \quad m(\text{FeSO}_4) = \frac{152x}{278} = 0,5468x \text{ (г)}.$$

Так як масова частка розчиненої речовини відома, то можна записати:

$$0,04 = \frac{0,5468x}{x + 400}. \quad \text{Звідси } x = 31,6 \text{ (г)}.$$

7.1.55. 
$$\nu = \frac{m}{M}. \quad \text{Припустимо, що потрібно приготувати } 100 \text{ г розчину CuSO}_4, \text{ в}$$

якому міститься 20 г солі.  $M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}. M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$ 

$$= 250 \text{ г/моль}. \quad \nu(\text{CuSO}_4) = \frac{20}{160} = 0,125 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{CuSO}_4) = 0,125 \text{ моль}. \quad (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,125 \cdot 250 =$$

$$= 31,25 \text{ (г)}. \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 31,25 = 68,75 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) : m(\text{H}_2\text{O}) = 31,25 : 68,75 = 1 : 2,2 = 5 : 11.$$

7.1.56.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ .  $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250$  г/моль,  $M(\text{CuSO}_4) = 160$  г/моль.

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{50}{250} = 0,2 \text{ моль. } m(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,2 =$$

$$= 32 \text{ (г). } m(\text{р-ну}) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{W(\text{CuSO}_4)} = \frac{32}{0,4} = 80 \text{ (г).}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 80 - 50 = 30 \text{ (г), } V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{30}{1} = 30 \text{ (мл).}$$

7.1.57. І спосіб.

$$\nu = \frac{m}{M}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. m(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ (г). } m(\text{р-ну}) = 300 + 20 = 320 \text{ (г).}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = 320 \cdot 0,3417 = 10,93 \text{ (г).}$$

$$\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = \text{FeSO}_4 + x\text{H}_2\text{O}. \quad \text{Звідси } m = 278 \text{ (г).}$$

$$278 = 152 + 18x. \text{ Звідси } x = 7.$$

Отже, формула кристалогідрату:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

II спосіб.

Розрахуємо кількість речовини кристалогідрату  $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ :

$$M(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = (152 + 18x) \text{ г/моль. } \nu(\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{20}{152 + 18x} \text{ (моль).}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 300 \text{ (г). } m(\text{р-ну}) = 300 + 20 = 320 \text{ (г).}$$

Обчислимо масу солі в одержаному розчині:

$$m(\text{FeSO}_4) = \nu(\text{FeSO}_4) \cdot M(\text{FeSO}_4) = \frac{20 \cdot 152}{152 + 18x} \text{ (г).}$$

Підставивши значення у формулу для розрахунку масової частки, одержимо:  $0,034 \cdot 320 = \frac{3040}{152 + 18x}$ . Звідси  $x = 7$ .

Отже, формула кристалогідрату:  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

7.1.58.  $\nu = \frac{m}{M}$ . Припустимо, що потрібно використати  $x$  г  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  та у г

розчину  $\text{CuCl}_2$ . У розчині міститься 0,2у г  $\text{CuCl}_2$ .

$$M(\text{CuCl}_2) = 135 \text{ г/моль. } M(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 171 \text{ г/моль.}$$

$$\nu(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{x}{171} \text{ (моль). } \nu(\text{CuCl}_2) = \nu(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{x}{171} \text{ (моль).}$$

$$m(\text{CuCl}_2) = \frac{135x}{171} = 0,789x \text{ (г). Загальна маса солі: } (0,2y + 0,789x) \text{ г,}$$

або  $500 \cdot 0,25 = 125$  (г). Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 0,2y + 0,789x = 125 \\ x + y = 500 \end{cases} \quad \text{Звідси } x = 42,4 \text{ г, } y = 457,6 \text{ г.}$$

7.2.1.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $m(\text{р-ну}) = 300 \cdot 1,14 = 342$  (г).

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 342 \cdot 0,2 = 68,4$  (г).  $\text{SO}_3$  реагує з водою, яка є в розчині кислоти, а тому розрахуємо масу кислоти, що утвориться в розчині:

$$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4; \nu(\text{SO}_3) = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ моль.}$$

$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{SO}_3) = 0,5$  моль.  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 98 = 49$  (г). Загальна маса кислоти в одержаному розчині становитиме:  $68,4 + 49 = 117,4$  (г);

$$m(\text{р-ну}) = 40 + 342 = 382 \text{ (г). } W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{117,4}{382} = 0,307, \text{ або } 30,7\%.$$

7.2.2.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ .  $m(\text{H}_2\text{SO}_3) = 400 \cdot 0,005 = 2$  (г).

$$\nu(\text{SO}_2) = \frac{0,56}{22,4} = 0,025 \text{ (моль). Сульфур діоксид взаємодіє з водою, яка}$$

є в розчині сульфітної кислоти, утворюючи додаткову кількість речовини кислоти:  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_3) = \nu(\text{SO}_2) = 0,025$  моль.

$m(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,025 \cdot 82 = 2,05$  (г). Загальна маса кислоти становитиме  $2 + 2,05 = 4,05$  (г).  $m(\text{SO}_2) = 0,025 \cdot 64 = 1,6$  (г).

$$m(\text{р-ну}) = 1,6 + 400 = 401,6 \text{ (г). } W(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{4,05}{401,6} = 0,0101, \text{ або } 1,01\%.$$

7.2.3.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ .

Припустимо, що потрібно взяти  $x$  г води. Тоді маса одержаного розчину становитиме:  $m(\text{р-ну}) = (31 + x)$  г.  $\nu(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{31}{62} = 0,5$  (моль).

З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{NaOH}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{O}) = 0,5 \cdot 2 = 1$  (моль).  $m(\text{NaOH}) = 1 \cdot 40 = 40$  (г). Підставимо значення у формулу для знаходження масової частки розчиненої речовини:  $0,25 = \frac{40}{31 + x}$ .

$$\text{Звідси } x = 129 \text{ (г). } V(\text{H}_2\text{O}) = 129 \text{ (мл).}$$

7.2.4.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $\nu(\text{KH}) = \frac{8}{40} = 0,2$  (моль).

$m(\text{р-ну}) = 120 \cdot 1,08 = 129,6$  (г).  $m(\text{KOH}) = 129,6 \cdot 0,1 = 12,96$  (г). Калій гідрид взаємодіє з водою, яка є в розчині калій гідроксиду:

$\text{KH} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}_2\uparrow$ . З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{KOH}) = \nu(\text{KH}) = \nu(\text{H}_2) = 0,2$  моль. Маса калій гідроксиду, одержаного за рахунок реакції, становить  $0,2 \cdot 56 = 11,2$  (г). Загальна маса лугу в розчині становитиме  $12,96 + 11,2 = 24,16$  (г).  $m(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4$  (г). Маса одержаного розчину становитиме:  $m(\text{р-ну}) = 8 + 129,6 - 0,4 = 137,2$  (г).

$$W(\text{KOH}) = \frac{24,16}{137,2} = 0,1761, \text{ або } 17,61\%.$$

$$7.2.5. \nu = \frac{m}{M}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. 2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow.$$

$$\nu(\text{Na}) = \frac{4,6}{23} = 0,2 \text{ (моль)}. \text{ З рівняння реакції випливає:}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{Na}) = 0,2 \text{ моль}, \quad \nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot \nu(\text{Na}) = \frac{1}{2} \cdot 0,2 = 0,1 \text{ (моль)}.$$

$m(\text{NaOH}) = 40 \cdot 0,2 = 8$  (г),  $m(\text{H}_2) = 2 \cdot 0,1 = 0,2$  (г). Припустимо, що  $m(\text{H}_2\text{O}) = x$ . Тоді:  $m(\text{р-ну}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2) = x + 4,6 - 0,2 = (4,4 + x)$  г. Підставимо значення у формулу для розрахунку масової частки розчиненої речовини:  $0,08 = \frac{8}{4,4 + x}$ , звідки  $x = 95,6$  (г).

$$7.2.6. \nu = \frac{m}{M}; \rho = \frac{m}{V}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. m(\text{р-ну}) = 200 \cdot 1,043 = 208,6 \text{ (г)};$$

$$m(\text{NaOH}) = 208,6 \cdot 0,04 = 8,344 \text{ (г)}. \nu(\text{NaOH}) = \frac{8,344}{40} = 0,2086 \text{ (моль)}.$$

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . З рівняння реакції випливає:

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot \nu(\text{NaOH}) = \frac{0,2086}{2} = 0,1043 \text{ (моль)}.$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1043 \cdot 98 = 10,22 \text{ (г)}. m(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = \frac{10,22}{0,2} = 51,11 \text{ (г)}.$$

$$V(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = \frac{51,11}{1,14} = 44,8 \text{ (мл)}.$$

$$7.2.7. \nu = \frac{m}{M}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \nu(\text{CaCO}_3) = \frac{25}{100} = 0,25 \text{ (моль)}.$$



$$\nu(\text{CaCl}_2) = \nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,25 \text{ моль}.$$

$$\nu(\text{HCl}) = 2\nu(\text{CaCO}_3) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ (моль)}.$$

$$m(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 36,5 = 18,25 \text{ (г)}, W(\text{HCl}) = \frac{18,25}{200} = 0,0913, \text{ або } 9,13\%.$$

$$m(\text{CO}_2) = 0,25 \cdot 44 = 11 \text{ (г)}, m(\text{CaCl}_2) = 0,25 \cdot 111 = 27,75 \text{ (г)}.$$

Маса утвореного розчину становитиме:  $25 + 200 - 11 = 214$  (г).

$$W(\text{CaCl}_2) = \frac{27,75}{214} = 0,1297, \text{ або } 12,97\%.$$

$$7.2.8. \rho = \frac{m}{V}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \nu = \frac{m}{M}. \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}.$$

$$m(\text{р-ну Na}_2\text{CO}_3) = 400 \cdot 1,07 = 428 \text{ (г)}, m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 428 \cdot 0,02 = 8,56 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ (г)}. \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{8,56}{106} = 0,08075 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(\text{CaCl}_2) = \frac{10}{111} = 0,0901 \text{ (моль)}. \text{ Так як, згідно з рівнянням реакції,}$$

$\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) : \nu(\text{CaCl}_2) = 1:1$ , то  $\text{CaCl}_2$  в надлишку.

$$\nu(\text{CaCl}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,08075 \text{ моль}.$$

$$\nu(\text{NaCl}) = 2\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,08075 = 0,1615 \text{ (моль)}.$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100 \cdot 0,08075 = 8,075 \text{ (г)}. m(\text{NaCl}) = 58,5 \cdot 0,1615 = 9,448 \text{ (г)}.$$

Не прореагувало  $0,0901 - 0,08075 = 0,00935$  (моль)  $\text{CaCl}_2$ .

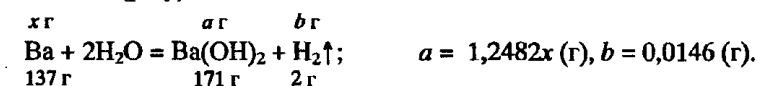
$m(\text{CaCl}_2) = 111 \cdot 0,00935 = 1,038$  (г). Розраховуємо масу розчину, який утворився:  $m(\text{р-ну}) = m(\text{р-ну Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ну CaCl}_2) - m(\text{CaCO}_3) =$

$$= 428 + 200 - 8,075 = 619,925 \text{ (г)}. \text{ Розраховуємо масові частки солей в}$$

$$\text{утвореному розчині: } W(\text{NaCl}) = \frac{9,448}{619,925} = 0,0152, \text{ або } 1,52\%;$$

$$W(\text{CaCl}_2) = \frac{1,038}{619,925} = 0,00167, \text{ або } 0,17\%.$$

$$7.2.25. W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \text{ Припустимо, що потрібно розчинити } x \text{ г Ва.}$$



У вихідному розчині барій гідроксиду міститься  $300 \cdot 0,15 = 45$  (г) лугу. Загальна масу лугу в розчині, який потрібно одержати, становитиме  $(45 + 1,2482x)$  г. Маса розчину, який потрібно одержати, становитиме:  $m(\text{р-ну}) = m(\text{Ва}) + m(\text{р-ну Ва}(\text{OH})_2) - m(\text{H}_2) = x + 300 - 0,0146x =$

$$= (300 + 0,9854x) \text{ г. Підставимо значення у формулу для знаходження}$$

масової частки розчиненої речовини:  $0,2 = \frac{45 + 1,2482x}{300 + 0,9854x}$ .

Звідси  $x = 14,3$  (г).

7.2.26.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що потрібно взяти  $x$  г розчину калій гідроксиду з масовою часткою лугу 0,1. У цьому розчині міститься 0,1 $x$  г КОН.  $\nu(\text{K}_2\text{O}) = \frac{141}{94} = 1,5$  (моль).  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH}$ .

З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{KOH}) = 2\nu(\text{K}_2\text{O}) = 1,5 \cdot 2 = 3$  (моль).  $m(\text{KOH}) = 3 \cdot 56 = 168$  (г). Розрахуємо масу розчину, який утвориться, та масу лугу в ньому:  $m(\text{р-ну}) = (x + 141)$  г;  $m(\text{KOH}) = (0,1x + 168)$  г. Підставимо значення у формулу для знаходження масової частки розчиненої речовини:  $0,25 = \frac{0,1x + 168}{x + 141}$ , звідки  $x = 885$  (г).

7.2.28.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що потрібно взяти  $x$  г розчину сульфатної (IV) кислоти з масовою часткою кислоти 1%. Маса  $\text{H}_2\text{SO}_3$  в цьому розчині становить 0,01 $x$  г.  $\nu(\text{SO}_2) = \frac{3,36}{22,4} = 0,15$  (моль).

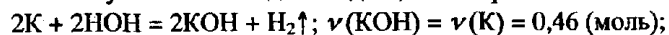
$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ . З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{SO}_2) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,15$  (моль).  $m(\text{SO}_2) = 0,15 \cdot 64 = 9,6$  (г).  $m(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,15 \cdot 82 = 12,3$  (г). Розрахуємо масу розчину, який утвориться, та масу кислоти в ньому:  $m(\text{р-ну}) = (x + 9,6)$  г;  $m(\text{H}_2\text{SO}_3) = (0,01x + 12,3)$  г. Підставимо значення у формулу для розрахунку масової частки розчиненої речовини:

$$0,02 = \frac{0,01x + 12,3}{x + 9,6}, \text{ звідки } x = 1211 \text{ (г)}.$$

7.2.29.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $m(\text{AlCl}_3) = 81,88 \cdot 0,25 = 20,47$  (г),

$$\nu(\text{AlCl}_3) = \frac{20,47}{133,5} = 0,1533 \text{ (моль)}, \nu(\text{K}) = \frac{17,94}{39} = 0,46 \text{ (моль)}.$$

Спочатку калій взаємодіє з водою, яка є в розчині:



$$\nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot \nu(\text{K}) = 0,5 \cdot 0,46 = 0,23 \text{ (моль)}; m(\text{H}_2) = 0,23 \cdot 2 = 0,46 \text{ (г)}.$$

Калій гідроксид, що утворився, реагує з алюміній хлоридом, який міститься в розчині:  $\text{AlCl}_3 + 3\text{KOH} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KCl}$ . З наведеного рівняння випливає: 0,1533 моль  $\text{AlCl}_3$  прореагує з  $3 \cdot 0,1533 = 0,46$  (моль) КОН і утвориться 0,46 моль  $\text{KCl}$ . В осад випаде  $0,1533 \cdot 78 = 11,96$  (г)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , а в розчині буде міститись калій хлорид масою  $0,46 \cdot 74,5 = 34,27$  (г).

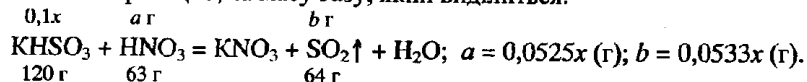
Маса одержаного розчину становить:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{р-ну AlCl}_3) + m(\text{K}) - m(\text{H}_2) - m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 81,88 + 17,94 - 0,46 - 11,96 = 87,4 \text{ (г)}. W(\text{KCl}) = \frac{34,27}{87,4} = 0,39, \text{ або } 39\%.$$

7.2.30.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $m(\text{р-ну HNO}_3) = 300 \cdot 1,116 = 334,8$  (г),

$m(\text{HNO}_3) = 334,8 \cdot 0,2 = 66,96$  (г). Припустимо, що потрібно додати  $x$  г розчину  $\text{KHSO}_3$ . У цьому розчині міститься 0,1 $x$  г  $\text{KHSO}_3$ .

За рівнянням реакції розрахуємо масу нітратної кислоти, яка витратиться на реакцію, та масу газу, який виділиться:



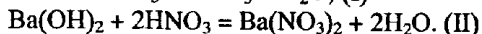
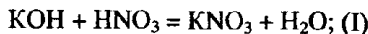
Розрахуємо масу розчину, який утвориться, та масу кислоти в ньому:  $m(\text{р-ну}) = 334,8 + x - 0,0533x = (334,8 + 0,9467x)$  г;  $m(\text{HNO}_3) = 66,96 - 0,0525x$  (г). Підставимо значення у формулу для розрахунку масової частки розчиненої речовини:

$$0,1 = \frac{66,96 - 0,0525x}{334,8 + 0,9467x}, \text{ звідки } x = 227,5 \text{ (г)}.$$

7.2.47.  $C = \frac{\nu}{V}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\nu = \frac{m}{M}$ .

$\nu(\text{лугів}) = 0,2 \cdot 2 = 0,4$  (моль).  $m(\text{р-ну HNO}_3) = 88,91 \cdot 1,181 = 105$  (г),

$$m(\text{HNO}_3) = 105 \cdot 0,3 = 31,5 \text{ (г)}, \nu(\text{HNO}_3) = \frac{31,5}{63} = 0,5 \text{ (моль)}.$$



Припустимо, що на реакцію (I) витратили  $x$  моль  $\text{HNO}_3$ , тоді на реакцію (II) витратили  $(0,5 - x)$  моль кислоти. За реакцією (I) прореагує

$x$  моль КОН, а за реакцією (II) прореагує  $\frac{0,5 - x}{2}$  моль  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

Так як відома загальна кількість речовини лугів, то можна записати:

$$0,4 = x + \frac{0,5 - x}{2}, \text{ звідки } x = 0,3 \text{ (моль)}. \text{ Отже, у розчині містилось}$$

0,3 моль КОН та  $0,4 - 0,3 = 0,1$  (моль)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

$$C(\text{KOH}) = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \text{ (моль/л)}, C(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{0,1}{0,2} = 0,5 \text{ (моль/л)}.$$

При прожарюванні суміші лугів розкладеться лише барій гідроксид:



$$m(\text{BaO}) = 0,1 \cdot 153 = 15,3 \text{ (г)}.$$



$$7.3.3. \quad \nu = \frac{V}{V_m}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \quad \nu(\text{SO}_2) = \frac{26}{22,4} = 1,1607 \text{ (моль)}.$$

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ . З наведеного рівняння випливає:  $\nu(\text{SO}_2) = \nu(\text{SO}_3) = 1,1607$  моль.  $m(\text{SO}_3) = 1,1607 \cdot 80 = 92,86$  (г). Маса  $\text{SO}_3$ , що міститься в олеумі, становить  $15 \cdot 0,18 = 2,7$  (г). Отже, загальна маса сульфур триоксиду в одержаному розчині становить  $2,7 + 92,86 = 95,56$  (г). Маса одержаного розчину становитиме  $92,86 + 15 = 107,86$  (г).

$$W(\text{SO}_3) = \frac{95,56}{107,86} = 0,886, \text{ або } 88,6\%.$$

$$7.3.4. \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \quad m(\text{SO}_3) = 600 \cdot 0,22 = 132 \text{ (г)}, \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 600 - 132 = 468 \text{ (г)}, \quad \nu(\text{SO}_3) = \frac{132}{80} = 1,65 \text{ (моль)}. \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ (г)}, \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 20 = 180 \text{ (г)}, \quad \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{180}{18} = 10 \text{ (моль)}.$$

Сульфур триоксид, який містився в олеумі, повністю взаємодіє з водою, яка є в розчині сульфатної кислоти:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ . З наведеного рівняння випливає:  $\nu(\text{SO}_3) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,65$  моль.  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,65 \cdot 98 = 161,7$  (г). Маса кислоти в одержаному розчині становить  $161,7 + 20 + 468 = 649,7$  (г). Маса утвореного розчину становить  $200 + 600 = 800$  (г).

$$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{649,7}{800} = 0,812, \text{ або } 81,2\%.$$

$$7.3.9. \quad \nu = \frac{m}{M}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \text{ Розрахуємо масову частку } \text{SO}_3 \text{ в олеумі:}$$

$$m(\text{SO}_3) = 0,5 \cdot 80 = 40 \text{ (г)}; \quad W(\text{SO}_3) = \frac{40}{200} = 0,2, \text{ або } 20\%.$$

$$20 \leftarrow 40 - 25 = 15$$

$$25$$

$$40 \leftarrow 25 - 20 = 5$$

$$\frac{m_1}{200} = \frac{5}{15}. \text{ Звідси } x = 66,7 \text{ (г)}.$$

$$7.3.10. \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \rho = \frac{m}{V}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \text{ Розрахуємо масу сульфур триоксиду}$$

у вихідному олеумі:  $m(\text{SO}_3) = 520 \cdot 0,6 = 312$  (г). Так як при доливанні розчину кислоти до олеуму утворився олеум, то це вказує на те, що вся вода, що містилась в розчині кислоти, прореагувала з певною кіль-

кістю сульфур триоксиду за рівнянням реакції  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ .  $m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 120 \cdot 1,815 = 217,8$  (г),  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 217,8 \cdot 0,9 = 196,02$  (г),  $m(\text{H}_2\text{O}) = 217,8 - 196,02 = 21,78$  (г).  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{21,78}{18} = 1,21$  (моль).

З наведеного рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3) = 1,21$  моль,  $m(\text{SO}_3) = 1,21 \cdot 80 = 96,8$  (г). В одержаному олеумі залишилось  $312 - 96,8 = 215,2$  (г)  $\text{SO}_3$ . Маса одержаного олеуму становить  $520 + 217,8 = 737,8$  (г).

$$W(\text{SO}_3) = \frac{215,2}{737,8} = 0,292, \text{ або } 29,2\%.$$

$$7.3.13. \quad \rho = \frac{m}{V}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \quad m(\text{р-ну } \text{KOH}) = 988 \cdot 1,382 = 1365,42 \text{ (г)},$$

$$m(\text{KOH}) = 1365,42 \cdot 0,38 = 518,86 \text{ (г)}, \quad \nu(\text{KOH}) = \frac{518,86}{56} = 9,2654 \text{ (моль)}.$$

$\text{SO}_3 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ , (I)  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . (II)  
Припустимо, що  $x$  моль  $\text{KOH}$  витратилось на реакцію (I), тоді із сульфатною кислотою (реакція II) прореагувало  $(9,2654 - x)$  моль  $\text{KOH}$ .

$$3 \text{ рівняння (I) випливає: } \nu(\text{SO}_3) = \frac{1}{2} \nu(\text{KOH}) = 0,5x \text{ (моль)}.$$

$$3 \text{ рівняння (II) випливає: } \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \nu(\text{KOH}) = \frac{9,2654 - x}{2} \text{ (моль)}.$$

Отже, можна записати  $400 = (80 \cdot 0,5x) + 98 \cdot (4,6327 - 0,5x)$ , звідки

$$x = 6 \text{ (моль)}. \quad \nu(\text{SO}_3) = \frac{6}{2} = 3 \text{ (моль)}, \quad m(\text{SO}_3) = 80 \cdot 3 = 240 \text{ (г)},$$

$$W(\text{SO}_3) = \frac{240}{400} = 0,6, \text{ або } 60\%.$$

$$7.3.15. \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \quad \nu = \frac{m}{M}. \text{ Розрахуємо масовий склад олеуму:}$$

$$m(\text{SO}_3) = 200 \cdot 0,2 = 40 \text{ (г)}, \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 200 - 40 = 160 \text{ (г)}.$$

$$\nu(\text{SO}_3) = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ (моль)}. \quad \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4. \quad \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{SO}_3) =$$

$= 0,5$  (моль),  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 98 = 49$  (г). Розрахуємо загальну масу кислоти в одержаному розчині:  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 160 + 49 = 209$  (г).

$$m(\text{р-ну}) = \frac{209}{0,2} = 1045 \text{ (г)}. \quad m(\text{р-ну}) = m(\text{олеуму}) + m(\text{H}_2\text{O}), \text{ звідки}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1045 - 200 = 845 \text{ (г)}. \quad V(\text{H}_2\text{O}) = 845 \text{ (мл)}.$$

7.3.17.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ . Масова частка  $\text{SO}_3$  в одержаному олеумі

становитиме  $\frac{20}{4} = 5$  (%). У вихідному олеумі містилось  $200 \cdot 0,2 = 40$  (г)  $\text{SO}_3$ .  $v(\text{SO}_3) = \frac{40}{80} = 0,5$  (моль).

Припустимо, що потрібно додати  $x$  г води.  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ .

$v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{SO}_3) = \frac{x}{18} = 0,0556x$  (моль). Отже, у розчині залишиться

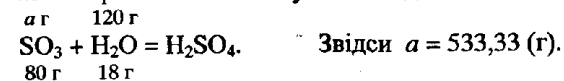
$(0,5 - 0,0556x)$  моль, або  $(0,5 - 0,0556x) \cdot 80 = (40 - 4,448x)$  г  $\text{SO}_3$ .

Маса розчину, який утвориться, становитиме  $(200 + x)$  г. Підставимо значення у формулу для визначення масової частки розчиненої речовини:

$0,05 = \frac{40 - 4,448x}{200 + x}$ , звідки  $x = 6,67$  (г).  $V(\text{H}_2\text{O}) = 6,67$  (мл).

7.3.28.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що потрібно додати  $x$  г олеуму з ма-

совою часткою  $\text{SO}_3$  20%. У цьому олеумі міститься  $0,2x$  г  $\text{SO}_3$  та  $0,8x$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . У 600 г розчину сульфатної кислоти міститься  $600 \cdot 0,8 = 480$  (г) кислоти та  $600 - 480 = 120$  (г) води. Розрахуємо масу  $\text{SO}_3$ , яка витратиться на зв'язування води:



В утвореному олеумі залишиться  $\text{SO}_3$  масою  $(0,2x - 533,33)$  г.

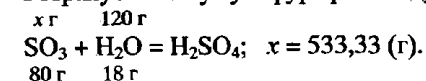
$m(\text{р-ну}) = (600 + x)$  г. Підставимо значення у формулу для визначення масової частки розчиненої речовини:

$0,1 = \frac{0,2x - 533,33}{600 + x}$ , звідки  $x = 5933$  (г).

7.3.29.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Розрахуємо масовий склад розчину сульфатної кис-

лоти:  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 600 \cdot 0,8 = 480$  (г),  $m(\text{H}_2\text{O}) = 600 - 480 = 120$  (г).

Розрахуємо масу сульфур триоксиду, що прореагує зі 120 г води:



Позначимо масу  $\text{SO}_3$  в олеумі, який потрібно отримати, через  $y$ . Тоді маса олеуму, який утвориться, становитиме  $(600 + 533,33 + y)$  г. Підставимо значення у формулу для визначення масової частки розчиненої

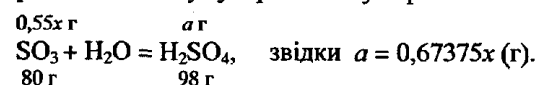
ної речовини:  $0,1 = \frac{y}{600 + 533,33 + y}$ , звідки  $y = 125,93$  (г). Загальна

маса сульфур триоксиду становитиме:  $125,93 + 533,33 \approx 659,3$  (г).

### 7.3.30. I спосіб.

$\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 306,8 \cdot 1,304 = 400$  (г).

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 400 \cdot 0,4 = 160$  (г). Масова частка кислоти в розчині, який потрібно одержати, становитиме  $40 \cdot 1,5 = 60$  (%). Припустимо, що для приготування необхідного розчину кислоти потрібно використати  $x$  г олеуму з масовою часткою  $\text{SO}_3$  55%. В  $x$  г олеуму міститься  $0,55x$  г  $\text{SO}_3$  та  $0,45x$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Маса утвореного розчину кислоти становитиме  $(400 + x)$  г. Розрахуємо масу сульфатної кислоти, яка утвориться при розчиненні олеуму в розчині сульфатної кислоти:



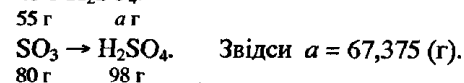
Загальна маса кислоти в розчині, який утвориться, становитиме:

$(0,67375x + 160 + 0,45x) = (1,12375x + 160)$  г.

Підставимо значення у формулу для визначення масової частки розчиненої речовини:  $0,6 = \frac{1,12375x + 160}{400 + x}$ , звідки  $x = 152,7$  (г).

### II спосіб.

Перерахуємо олеум з масовою часткою  $\text{SO}_3$  55% на сульфатну кислоту. Припустимо, що маємо 100 г олеуму, в якому міститься 55 г  $\text{SO}_3$  та 45 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



Загальний вміст кислоти в олеумі становитиме  $45 + 67,375 = 112,375$  (г).

$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = 112,375\%$ .

$112,375 \leftarrow 60 - 40 = 20$

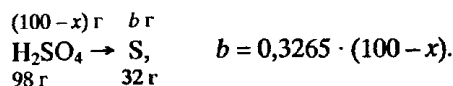
$40 \leftarrow 60 \rightarrow 112,375 - 60 = 52,375$

Звідси  $m_1 = 152,7$  (г).

$$\frac{m_1}{400} = \frac{20}{52,375}$$

7.3.31.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ . Припустимо, що маємо 100 г олеуму, в якому

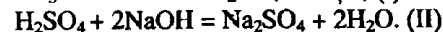
міститься  $x$  г  $\text{SO}_3$  та  $(100 - x)$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Складемо стехіометричні схеми, за якими розрахуємо маси Сульфуру, що входив до обох сполук.



В олеумі масою 100 г міститься  $100 \cdot 0,36 = 36$  (г) Сульфору.  
Отже,  $a + b = 36$ ,  $0,4x + 0,3265 \cdot (100 - x) = 36$ , звідки  $x = 45,58$  (г).

$$W(\text{SO}_3) = \frac{45,58}{100} = 0,4558 \approx 45,6\%. \quad W(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 - 45,6 = 54,4 (\%).$$

У 400 г олеуму міститься  $400 \cdot 0,456 = 182,4$  (г)  $\text{SO}_3$  та  $400 - 182,4 = 217,6$  (г)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{217,6}{98} = 2,22$  (моль),  $\nu(\text{SO}_3) = \frac{182,4}{80} = 2,28$  (моль). При нейтралізації олеуму відбуватимуться такі хімічні реакції:



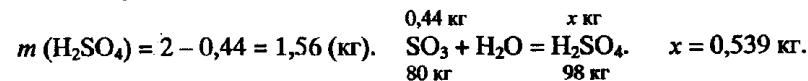
З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{NaOH}) = 2\nu(\text{SO}_3) = 2 \cdot 2,28 = 4,56$  (моль).

З рівняння (II) випливає:  $\nu(\text{NaOH}) = 2\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 2,22 = 4,44$  (моль).

Загальна кількість речовини лугу становитиме  $4,56 + 4,44 = 9$  (моль).

$$m(\text{NaOH}) = 9 \cdot 40 = 360 \text{ (г)}. \quad m(\text{р-ну NaOH}) = \frac{360}{0,3} = 1200 \text{ (г)}.$$

$$7.3.36. \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}. \quad m(\text{SO}_3) = 2 \cdot 0,22 = 0,44 \text{ (кг)}.$$



Загальна маса кислоти становитиме:  $0,539 + 1,56 \approx 2,1$  (кг).

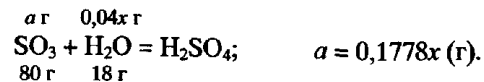
$$m(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = \frac{2,1}{0,6} = 3,5 \text{ (кг)}.$$

$$7.3.38. \quad \rho = \frac{m}{V}; \quad W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}.$$

*I спосіб.*

Потрібно приготувати  $5000 \cdot 1,895 = 9475$  (г) олеуму. Вміст  $\text{SO}_3$  в ньому становитиме  $9475 \cdot 0,2 = 1895$  (г). Припустимо, що потрібно змішати  $x$  г вихідного розчину кислоти з  $y$  г вихідного олеуму. У вихідному розчині кислоти міститься  $0,96x$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  та  $0,04x$  г води. У вихідному олеумі міститься  $0,6y$  г  $\text{SO}_3$  та  $0,4y$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Визначимо масу  $\text{SO}_3$ , який прореагує з водою, що міститься в розчині сульфатної кислоти:



В олеумі, який утвориться, вміст  $\text{SO}_3$  становитиме  $(0,6y - 0,1778x)$  г. Складемо систему рівнянь:

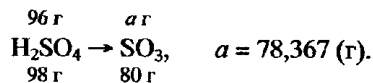
$$\begin{cases} x + y = 9475 \\ 0,6y - 0,1778x = 1895. \end{cases} \quad \text{Звідси } x = 4871,7 \text{ (г)}.$$

$$V(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = \frac{4871,7}{1,84} = 2648 \text{ (мл)} \approx 2,65 \text{ л}.$$

$$V(\text{олеуму}) = 5 - 2,65 = 2,35 \text{ (л)}.$$

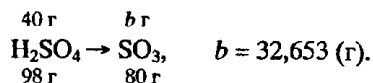
*II спосіб.*

Перерахуємо розчин сульфатної кислоти з масовою часткою  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,96 на сульфур триоксид. Припустимо, що маємо 100 г розчину кислоти, у якому міститься 96 г кислоти.



$$W(\text{SO}_3) = \frac{78,367}{100} = 0,78367, \text{ або } 78,367\%.$$

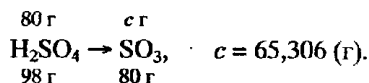
Перерахуємо на  $\text{SO}_3$  олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 0,6. Припустимо, що маємо 100 г олеуму, у якому міститься 60 г  $\text{SO}_3$  і 40 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



Загальний вміст  $\text{SO}_3$  в олеумі становить:

$$60 + 32,653 = 92,653 \text{ (г)}. \quad W(\text{SO}_3) = \frac{92,65}{100} = 0,92653, \text{ або } 92,653\%.$$

Перерахуємо на  $\text{SO}_3$  олеум з масовою часткою сульфур триоксиду 0,2. Припустимо, що маємо 100 г олеуму, у якому міститься 20 г  $\text{SO}_3$  та 80 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



Загальний вміст  $\text{SO}_3$  в цьому олеумі становить  $20 + 65,306 = 85,306$  (г).

$$W(\text{SO}_3) = \frac{85,306}{100} = 0,85306, \text{ або } 85,306\%.$$

$$78,367 \leftarrow 92,653 - 85,306 = 7,347$$

$$92,653 \leftarrow 85,306 - 78,367 = 6,939$$

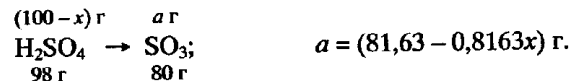
$$\frac{m_1}{9475} = \frac{7,347}{14,289}$$

Звідси  $m_1 = 4871,8$  (г).  $V$  (р-ну  $H_2SO_4$ ) =  $\frac{4871,8}{1,84} = 2647,7$  (мл)  $\approx 2,65$  л.

$$V$$
 (олеуму) =  $5 - 2,65 = 2,35$  (л).

7.3.42.  $W = \frac{m \text{ (речов.)}}{m \text{ (р-ну)}}$ . Припустимо, що маємо 100 г олеуму, у якому мі-

ється  $x$  г  $SO_3$  та  $(100 - x)$  г  $H_2SO_4$ . Розрахуємо вміст  $SO_3$  в сульфатній кислоті:



Загальний вміст  $SO_3$  (вільного і зв'язаного) в олеумі становить:  $(x + 81,63 - 0,8163x) = (81,63 + 0,1837x)$  г. З іншого боку, вміст  $SO_3$  (вільного і зв'язаного) в олеумі становить  $100 \cdot 0,9 = 90$  (г). Тому можна записати:  $90 = 81,63 + 0,1837x$ . Звідси  $x = 45,56$  (г).

$$W(SO_3) = \frac{45,56}{100} = 0,4556 \approx 45,6\%$$

7.4.1.  $m(H_2O) = m$  (р-ну) -  $m(KNO_3) = 300 - 157 = 143$  (г). Можна записати: 143 г води при  $60^\circ C$  розчиняє 157 г  $KNO_3$ , 100 г води при  $60^\circ C$  розчиняє  $x$  г  $KNO_3$ . Звідси  $x = 110$  (г).

7.4.2. Припустимо, що маємо 100 г насиченого при температурі  $20^\circ C$  розчину купрум (II) хлориду, у якому міститься 42,7 г солі. Розрахуємо масу води в цьому розчині:  $100 - 42,7 = 57,3$  (г). Можна записати: 57,3 г води розчиняє 42,7 г  $CuCl_2$ , 100 г води розчиняє  $x$  г  $CuCl_2$ . Звідси  $x = 74,5$  (г).

7.4.3.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ . Розрахуємо масу води, яка міститься в 600 г насиченого при  $20^\circ C$  розчину купрум (II) хлориду:  $m(H_2O) = 600 - 253 = 347$  (г). Можна записати: 347 г води розчиняє 253 г солі, 100 г води розчиняє  $x$  г солі. Звідси  $x = 72,9$  (г). Розрахуємо масу 2 л насиченого при  $20^\circ C$  розчину  $CuCl_2$ :  $2000 \cdot 1,46 = 2920$  (г). Обчислимо масу солі в цьому розчині: 600 г р-ну містить 253 г солі, 2920 г р-ну містить  $x$  г солі. Звідси  $x = 1231,3$  (г).

$$v(CuCl_2) = \frac{1231,3}{135} = 9,121 \text{ (моль)}. v(CuCl_2 \cdot 2H_2O) = v(CuCl_2) = 9,121 \text{ моль.}$$

$$m(CuCl_2 \cdot 2H_2O) = 171 \cdot 9,121 = 1560 \text{ (г)}. m(H_2O) = 2920 - 1560 = 1360 \text{ (г)}.$$

7.4.4.  $v = \frac{m}{M}$ .  $M(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = 244$  г/моль.  $v(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = \frac{20,545}{244} = 0,0842$  (моль).  $v(BaCl_2) = v(BaCl_2 \cdot 2H_2O) = 0,0842$  моль.  $m(BaCl_2) = 208 \cdot 0,0842 = 17,51$  (г). Розрахуємо масу води, яка міститься в 64,3 г насиченого при  $15^\circ C$  розчину  $BaCl_2$ :  $m(H_2O) = 64,3 - 17,51 = 46,79$  (г). Можна записати: 46,79 г води розчиняє 17,51 г солі, 100 г води розчиняє  $x$  г солі. Звідси  $x = 37,4$  (г).

7.4.5. Розрахуємо масу насиченого розчину, приготовленого розчиненням 20 г солі у 100 г води:  $m$  (р-ну) =  $100 + 20 = 120$  (г).

$$W(KClO_3) = \frac{m(KClO_3)}{m \text{ (р-ну)}} = \frac{20}{120} = 0,1667 \approx 0,17.$$

7.4.6. При розчиненні 37,3 г солі в 100 г води утворюється насичений розчин масою 137,3 г. Обчислимо масу барій хлориду, що міститься в насиченому при  $15^\circ C$  розчині масою 300 г. Можна записати:

137,3 г р-ну містить 37,3 г  $BaCl_2$ , 300 г р-ну містить  $x$  г  $BaCl_2$ . Звідси  $x = 81,5$  (г).

Розрахуємо масу розчину, одержаного в результаті доливання до вихідного розчину 120 мл води.  $m(H_2O) = 1 \cdot 120 = 120$  (г).  $m$  (р-ну) =  $120 + 300 = 420$  (г). Встановимо масову частку солі в одержаному

$$\text{розчині: } W(BaCl_2) = \frac{m(BaCl_2)}{m \text{ (р-ну)}} = \frac{81,5}{420} = 0,194, \text{ або } 19,4\%.$$

7.4.7. І спосіб.

При розчиненні 46 г солі в 100 г води при температурі  $80^\circ C$  утвориться насичений розчин масою  $100 + 46 = 146$  (г). Розрахуємо масу солі, яка міститься у 200 г насиченого розчину при цій же температурі:

146 г р-ну містить 46 г солі, 200 г р-ну містить  $x$  г солі. Звідси  $x = 63,01$  г.

Маса води в розчині становитиме  $200 - 63,01 = 136,99$  (г). Встановимо масу солі в розчині при температурі  $40^\circ C$ :

100 г води розчиняє 38,5 г солі, 136,99 г води розчиняє  $y$  г солі. Звідси  $y = 52,74$  (г).

Маса солі, що викристалізується, становитиме  $63,01 - 52,74 = 10,27$  (г).

*П спосіб.*

Після зниження температури з 80°C до 40°C з насиченого розчину викристалізується 46 – 38,5 = 7,5 (г) солі. Отже:

з 146 г р-ну викристалізується 7,5 г солі,

з 200 г р-ну викристалізується  $x$  г солі. Звідси  $x = 10,27$  (г).

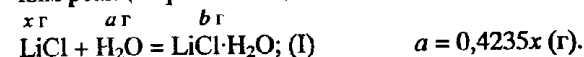
7.4.17. При розчиненні 115 г літій хлориду в 100 г води при температурі 80°C утвориться насичений розчин масою 100 + 115 = 215 (г).

Можна записати:

у 215 г р-ну міститься 115 г солі,

в 143,3 г р-ну міститься  $y$  г солі. Звідси  $y = 76,65$  (г).

$m(\text{H}_2\text{O}) = 143,3 - 76,65 = 66,65$  (г). Припустимо, що при охолодженні насиченого при 80°C розчину до 10°C викристалізується  $x$  г літій хлориду, утворивши кристалогідрат складу  $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Тоді маса води, яка ввійде до складу кристалогідрату, може бути розрахована за рівнянням реакції кристалізації:



42,5 г 18 г 60,5 г

В утвореному розчині залишиться  $(66,65 - 0,4235x)$  г води та  $(76,65 - x)$  г  $\text{LiCl}$ . Можна записати:

у 100 г води розчиняється 72 г солі,

у  $(66,65 - 0,4235x)$  г води розчиняється  $(76,65 - x)$  г солі.

Звідси  $72 \cdot (66,65 - 0,4235x) = 100 \cdot (76,65 - x)$ . Розв'язавши рівняння, одержимо:  $x = 41,23$  (г). З рівняння (I) розрахуємо масу кристалогідрату, який виділиться:  $b = \frac{41,23 \cdot 60,5}{42,5} \approx 58,7$  (г).

7.4.29.  $v = \frac{m}{M}$ .  $v(\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{200}{156} = 1,2821$  (моль).

$v(\text{MgSO}_4) = v(\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 1,2821$  моль.

$m(\text{MgSO}_4) = 120 \cdot 1,2821 = 153,85$  (г).  $m(\text{H}_2\text{O}) = 200 - 153,85 = 46,15$  (г).

Припустимо, що шукана маса розчину становить  $x$  г. Визначимо масу солі в цьому розчині:

159 г р-ну містить 59 г солі,

$x$  г р-ну містить  $a$  г солі. Звідси  $a = 0,3711x$  (г).

$m(\text{H}_2\text{O}) = x - 0,3711x = 0,6289x$  (г). Після охолодження до 20°C в розчині залишиться:  $(0,3711x - 153,85)$  г  $\text{MgSO}_4$  та  $(0,6289x - 46,15)$  г  $\text{H}_2\text{O}$ .

Можна записати:

100 г води розчиняє 44,5 г солі,

$(0,6289x - 46,15)$  г води розчиняє  $(0,3711x - 153,85)$  г солі.

$44,5 \cdot (0,6289x - 46,15) = 100 \cdot (0,3711x - 153,85)$ . Звідси  $x = 1461$  г.

7.5.1.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ . Припустимо, що маємо 100 г розчину кислоти з масовою часткою речовини 20%.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20 \text{ г}. V(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{100}{1,139} = 87,8 \text{ (мл)}.$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{20}{98} = 0,2041 \text{ (моль)}. C = \frac{0,2041}{0,0878} = 2,3 \text{ (моль/л)}.$$

7.5.2.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що маємо 1 л розчину

кислоти. Тоді:  $v(\text{HNO}_3) = 2,5$  моль,  $m(\text{HNO}_3) = 2,5 \cdot 63 = 157,5$  г,

$$m(\text{р-ну } \text{HNO}_3) = 1000 \cdot 1,1 = 1100 \text{ (г)}. W(\text{HNO}_3) = \frac{157,5}{1100} = 0,1432 \approx 14,3\%.$$

7.5.5.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ . Припустимо, що маємо 1 л розчину,

в якому міститься 4 моль кислоти.  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \cdot 98 = 392$  (г).

$$m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{392}{0,32} = 1225 \text{ (г)}. \rho = \frac{1225}{1000} = 1,225 \text{ (г/см}^3\text{)}.$$

7.5.6.  $C = \frac{v}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ .

$v(\text{HCl}) = 2 \cdot 2 = 4$  (моль),  $m(\text{HCl}) = 4 \cdot 36,5 = 146$  (г).

$$m(\text{р-ну}) = \frac{146}{0,2} = 730 \text{ (г)}. V(\text{р-ну}) = \frac{730}{1,098} = 665 \text{ (мл)}.$$

7.5.10.  $C = \frac{v}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .

$v(\text{HCl}) = 0,3466 \cdot 2 = 0,6932$  (моль).  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

З наведеного рівняння випливає, що 0,6932 моль кислоти вступить в реакцію з  $2 \cdot 0,6932 = 1,3864$  (моль) натрій гідроксиду.  $m(\text{NaOH}) = 1,3864 \cdot 40 = 55,456$  (г).  $m(\text{р-ну } \text{NaOH}) = 500 \cdot 1,109 = 554,5$  (г).

$$W(\text{NaOH}) = \frac{55,456}{554,5} = 0,1, \text{ або } 10\%.$$

7.5.14.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що потрібно взяти  $x$  л

3 М розчину  $\text{NaCl}$ . Маса цього розчину становитиме  $1000x \cdot 1,12 = 1120x$  (г). Після змішування вихідного розчину з 400 мл води утво-

рється розчин масою  $(1120x + 400)$  г. У вихідному розчині солі міститься  $3x$  моль  $\text{NaCl}$ .  $m(\text{NaCl}) = 3x \cdot 58,5 = 175,5x$  (г). За умовою масова частка солі в одержаному розчині становить 15%, тому можна записати:  $0,15 = \frac{175,5x}{400 + 1120x}$ . Звідси  $x = 8$  (л).

7.5.19.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ . Припустимо, що маємо 100 г р-ну, в якому

міститься 18 г  $\text{CuSO}_4$ .  $V(\text{р-ну } \text{CuSO}_4) = \frac{100}{1,2} = 83,33$  (мл).  $v(\text{CuSO}_4) =$

$= \frac{18}{160} = 0,1125$  (моль).  $C(\text{CuSO}_4) = \frac{0,1125}{0,0833} = 1,35$  (моль/л).

7.5.21.  $C = \frac{v}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ .

$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 0,1 = 0,05$  (моль).  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \cdot 98 = 4,9$  (г).

$m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,9}{0,08} = 61,25$  (г).  $V(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{61,25}{1,055} = 58$  (мл).

7.5.22.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $v(\text{K}_2\text{O}) = \frac{30}{94} = 0,319$  (моль).

$\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH}$ . З рівняння реакції випливає:  $v(\text{KOH}) = 0,319 \cdot 2 = 0,638$  (моль). У вихідному розчині містилось  $0,3 \cdot 7 = 2,1$  (моль)  $\text{KOH}$ . Маса вихідного розчину лугу становить  $300 \cdot 1,328 = 398,4$  (г). Кількість речовини  $\text{KOH}$  в одержаному розчині становить  $2,1 + 0,638 = 2,738$  (моль). Маса одержаного розчину становить  $30 + 398,4 = 428,4$  (г).  $m(\text{KOH}) = 2,738 \cdot 56 = 153,33$  (г).

$W(\text{KOH}) = \frac{153,33}{428,4} = 0,3579 \approx 35,8\%$ .

7.5.23.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ .  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 200 \cdot 0,03 = 6$  (г).

Припустимо, що потрібно розчинити  $x$  моль  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 404x$  (г). Кристалогідрат кількістю речовини  $x$  моль містить  $242x$  г  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  та  $162x$  г води. Маса розчину, який утвориться, становитиме  $(404x + 200)$  г. Цей розчин міститиме  $(6 + 242x)$  г солі.

Можна записати:

182 г р-ну містить 82 г солі,

$(404x + 200)$  г р-ну містить  $(6 + 242x)$  г солі.

$182 \cdot (6 + 242x) = 82 \cdot (404x + 200)$ . Звідси  $x = 1,4024$  (моль).

$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 404 \cdot 1,4024 = 567$  (г).

7.5.25.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ . Маса вихідного розчину со-

лі становила  $6000 \cdot 1,18 = 7080$  (г) і в ньому містилось  $7080 \cdot 0,24 = 1699,2$  (г) солі.  $v(\text{NaCl}) = \frac{1699,2}{58,5} = 29,05$  (моль). Об'єм розчину після

випаровування води становить  $\frac{6}{3} = 2$  (л).  $C = \frac{29,05}{2} = 14,52$  (моль/л).

7.6.1. Припустимо, що в розчині містилось 200 молекул кислоти  $\text{HAn}$ .

З них продисоціює  $200 \cdot 0,7 = 140$  (молекул).  $\text{HAn} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{An}^-$ .

З рівняння електролітичної дисоціації випливає, що утворилось по 140 йонів  $\text{H}^+$  та кислотного залишку  $\text{An}^-$ . Сумарна кількість йонів становитиме  $140 + 140 = 280$ . Не дисоціює  $200 - 140 = 60$  молекул. Можна записати:

на 60 недисоційованих молекул припадає 280 йонів,

на 100 недисоційованих молекул припадає  $x$  йонів.

Звідси  $x = 467$  (йонів).

7.6.5.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ .  $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98$  г/моль. В 1 л 0,1 М розчину кислоти

міститься  $0,1 \cdot 98 = 9,8$  г  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .  $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{9,8}{98} = 0,1$  (моль). У 600 мл

розчину міститься  $0,6 \cdot 0,1 = 0,06$  (моль). Дисоціює за першим ступенем  $0,06 \cdot 0,2 = 0,012$  (моль). Запишемо рівняння електролітичної дисоціації кислоти за першим ступенем:  $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

З рівняння випливає, що при дисоціації 0,012 моль кислоти утвориться 0,012 моль йонів  $\text{H}^+$  та 0,012 моль йонів  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

$C(\text{H}^+) = \frac{0,012}{0,6} = 0,02$  (моль/л).

7.6.7. Для розчину одноосновної кислоти значення молярної концентрації еквівалентів речовини дорівнює значенню молярної концентрації речовини, тому  $v(\text{HNO}_2) = C \cdot V = 0,15 \cdot 0,15 = 0,0225$  (моль).

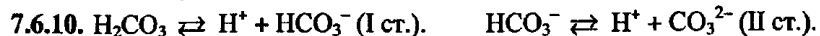
Дисоціює  $0,0225 \cdot 0,055 = 0,00124$  (моль).  $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{NO}_2^-$ .

З рівняння дисоціації випливає, що при дисоціації 0,00124 моль кислоти утвориться 0,00124 моль йонів  $\text{H}^+$ . Загальна кількість йонів становитиме  $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,00124 = 7,5 \cdot 10^{20}$ .

7.6.9.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ . З рівняння випливає, що кількості йонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{NO}_3^-$  відносяться як 1:2. Отже, утворилось 120 йонів  $\text{Ca}^{2+}$  і 240 йонів  $\text{NO}_3^-$ . З рівняння також випливає, що дисоціювало 120 молекул кальцій нітрату. Можна записати:

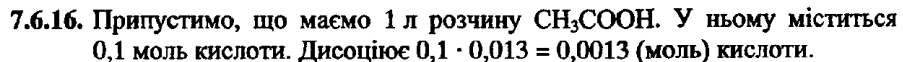
120 молекул становить 80%,  
x молекул становить 100%.

Звідси  $x = 150$ .



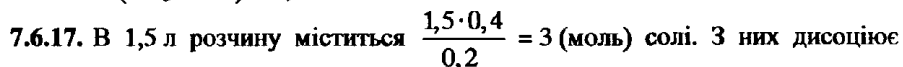
За першим ступенем дисоціює  $500 \cdot 0,2 = 100$  (молекул) кислоти. При цьому утвориться 100 йонів  $\text{H}^+$  та 100 йонів  $\text{HCO}_3^-$ . За другим ступенем дисоціює  $100 \cdot 0,01 = 1$  йон  $\text{HCO}_3^-$ . При цьому утвориться 1 йон  $\text{H}^+$  та 1 йон  $\text{CO}_3^{2-}$ . Не дисоціює  $100 - 1 = 99$  йонів  $\text{HCO}_3^-$ .

Загальна кількість йонів становитиме:  $100 + 1 + 1 + 99 = 201$  (йон).



$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ . З рівняння випливає, що утвориться 0,0013 моль йонів  $\text{H}^+$  та 0,0013 моль  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

$C(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0,0013$  моль/л.



$3 \cdot 0,7 = 2,1$  (моль).  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$ .  $m(\text{Ba}^{2+}) = 2,1 \cdot 137 = 287,7$  (г).



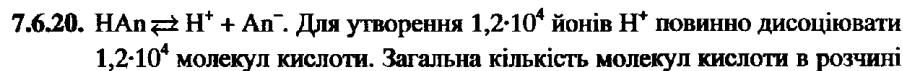
якому міститься 2 г  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .  $\nu(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{2}{171} = 0,0117$  (моль).

$V(\text{р-ну}) = \frac{100}{1,051} = 95,15$  (мл). Можемо записати:

95,15 мл розчину містить 0,0117 моль лугу,

1000 мл розчину містить x моль лугу. Звідси  $x = 0,123$  (моль).

$\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ . З рівняння випливає:  $\nu(\text{OH}^-) = 2\nu(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 0,123 = 0,246$  (моль) йонів.  $C(\text{OH}^-) = 0,246$  моль/л.



становить:  $1,2 \cdot 10^4 + 6 \cdot 10^6 = 6,012 \cdot 10^6$ .  $\alpha = \frac{1,2 \cdot 10^4}{6,012 \cdot 10^6} = 0,002$ , або 0,2%.

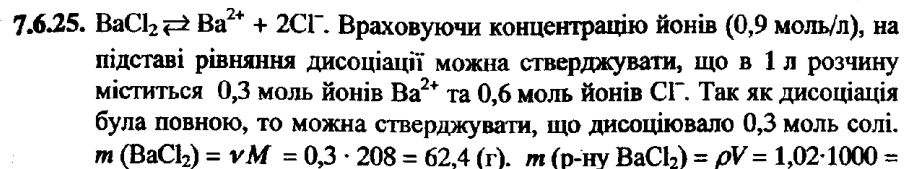


кової кислоти, у якому міститься 0,1 г HF.  $V(\text{р-ну HF}) = \frac{100}{1} = 100$  (мл).

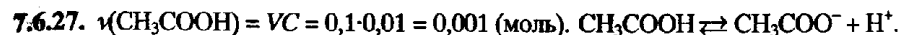
$\nu(\text{HF}) = \frac{0,1}{20} = 0,005$  (моль). Дисоціює  $0,005 \cdot 0,03 = 0,00015$  (моль) HF.

$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ . При дисоціації утворилось 0,00015 моль  $\text{H}^+$ .

$$C(\text{H}^+) = \frac{0,00015}{0,1} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ (моль/л).}$$



$$m(\text{BaCl}_2) = \nu M = 0,3 \cdot 208 = 62,4 \text{ (г)}. \quad m(\text{р-ну BaCl}_2) = \rho V = 1,02 \cdot 1000 = 1020 \text{ (г)}. \quad W(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{m(\text{р-ну})} = \frac{62,4}{1020} = 0,0612, \text{ або } 6,12\%.$$

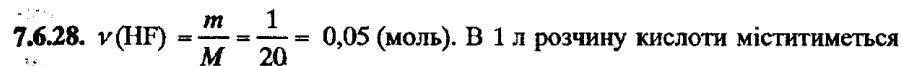


Припустимо, що ступінь дисоціації кислоти становить  $\alpha$ . Тоді розпадеться на йони  $0,001\alpha$  моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$  і утвориться по  $0,001\alpha$  моль йонів  $\text{H}^+$  та  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Не дисоціює  $(0,001 - 0,001\alpha)$  моль кислоти.

Загальна кількість всіх часток в розчині становитиме:

$$0,001\alpha + 0,001\alpha + 0,001 - 0,001\alpha = (0,001 + 0,001\alpha) \text{ моль.}$$

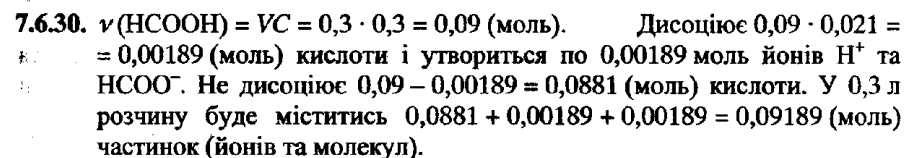
$$6,02 \cdot 10^{23} \cdot (0,001\alpha + 0,001) = 6,26 \cdot 10^{20}. \quad \text{Звідси } \alpha = 0,0399, \text{ або } 3,99\%.$$



$\frac{0,05}{0,5} = 0,1$  (моль) речовини. Дисоціює  $0,1 \cdot 0,08 = 0,008$  (моль) HF.

$\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ .  $[\text{HF}] = 0,1 - 0,008 = 0,092$  (моль/л).

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{F}^-]}{[\text{HF}]} = \frac{0,008 \cdot 0,008}{0,092} = 6,9 \cdot 10^{-4}.$$



Тоді число частинок становитиме  $6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,09189 = 5,53 \cdot 10^{22}$ .



Число молекул, які містяться в цій кількості речовини, становитиме  $6 \cdot 10^{-5} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,612 \cdot 10^{19}$ . Припустимо, що на йони розпалось n молекул.  $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$ . З кожної молекули кислоти утворилось 2n йонів: Тоді в розчині міститься  $(3,612 \cdot 10^{19} - n)$  молекул  $\text{HCOOH}$  та 2n йонів.  $4,092 \cdot 10^{19} = (3,612 \cdot 10^{19} - n) + 2n$ , звідки  $n = 4,8 \cdot 10^{18}$ .

$$\alpha = \frac{4,8 \cdot 10^{18}}{3,612 \cdot 10^{19}} = 0,133, \text{ або } 13,3\%.$$

**7.6.32.**  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . 1 л розчину містить 0,005 моль кислоти.  
 $\nu(\text{HCO}_3^-) = \nu(\text{H}^+) = 4,25 \cdot 10^{-5}$  моль. Не дисоціювало  $500 \cdot 10^{-5} - 4,25 \cdot 10^{-5} =$   
 $= 495,75 \cdot 10^{-5}$  моль кислоти.  $K = \frac{4,25 \cdot 10^{-5} \cdot 4,25 \cdot 10^{-5}}{495,75 \cdot 10^{-5}} = 3,6 \cdot 10^{-7}$ .

**8.1.1.**  $D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)}$ . Так як об'ємні частки компонентів газової суміші дорівнюють відповідним молярним часткам, то в 1 моль суміші міститься 0,2 моль  $\text{CH}_4$ , 0,4 моль  $\text{CO}_2$  та 0,4 моль  $\text{CO}$ .

$$M(\text{сум.}) = 16 \cdot 0,2 + 44 \cdot 0,4 + 28 \cdot 0,4 = 32 \text{ (г/моль)}. D_{\text{H}_2} = \frac{32}{2} = 16.$$

**8.1.3.**  $\varphi = \frac{V(\text{речов.})}{V(\text{сум.})}$ .  $V(\text{сум.}) = 20 + 40 + 60 = 120$  (л).  $\varphi(\text{CO}_2) = \frac{20}{120} = 0,1667$ ,

$\varphi(\text{O}_2) = \frac{40}{120} = 0,3333$ ,  $\varphi(\text{H}_2) = \frac{60}{120} = 0,5$ . Так як об'ємні частки компонентів газової суміші дорівнюють відповідним молярним часткам, то в 1 моль суміші міститься 0,6667 моль  $\text{CO}_2$ , 0,3333 моль  $\text{O}_2$  та 0,5 моль  $\text{H}_2$ .  $M(\text{сум.}) = 0,1667 \cdot 44 + 0,3333 \cdot 32 + 0,5 \cdot 2 = 19$  (г/моль).

$$D_{\text{NH}_3} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{NH}_3)} = \frac{19}{17} = 1,12.$$

**8.1.5.**  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $\chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}$ ;  $w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}$ .  $M(\text{сум.}) = 2D_{\text{H}_2} = 2 \cdot 9 =$   
 $= 18$  (г/моль). Припустимо, що 1 моль суміші містить  $x$  моль  $\text{CH}_4$  та  $(1-x)$  моль  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Тоді можна записати:  $18 = 16x + 26 \cdot (1-x)$ . Звідси  $x = 0,8$ .  $\varphi(\text{CH}_4) = \chi(\text{CH}_4) = \frac{0,8}{1} = 0,8$ .  $\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = \chi(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{0,2}{1} = 0,2$ .

Розрахуємо масу метану, що міститься в 1 моль суміші:

$$m(\text{CH}_4) = 0,8 \cdot 16 = 12,8 \text{ (г)}.$$

$$\text{Тоді } w(\text{CH}_4) = \frac{12,8}{18} = 0,7111 \approx 71,1\%. w(\text{C}_2\text{H}_2) = 100 - 71,1 = 28,9 (\%).$$

**8.1.7.**  $\chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}$ ;  $\nu(\text{сум.}) = 0,4 + 0,2 + 1,4 = 2$  (моль). Розрахуємо молярні

$$\text{частки кожного газу в суміші: } \chi(\text{CO}_2) = \frac{0,4}{2} = 0,2, \chi(\text{N}_2) = \frac{0,2}{2} = 0,1,$$

$\chi(\text{O}_2) = \frac{1,4}{2} = 0,7$ . В 1 моль суміші міститься 0,2 моль  $\text{CO}_2$ , 0,1 моль  $\text{N}_2$  та 0,7 моль  $\text{O}_2$ , а її молярна маса становить  $0,2 \cdot 44 + 0,1 \cdot 28 +$   
 $+ 0,7 \cdot 32 = 34$  (г/моль).  $D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)} = \frac{34}{2} = 17$ .

**8.1.12.**  $4\text{Al}(\text{NO}_3)_3 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{O}_2 \uparrow$ . З рівняння випливає, що з 4 моль солі утвориться  $12 + 3 = 15$  (моль) газової суміші. Молярні частки кожного газу в суміші становитимуть:  $\chi(\text{NO}_2) = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})} = \frac{12}{15} = 0,8$  (моль),

$\chi(\text{O}_2) = 1 - 0,8 = 0,2$ . В 1 моль суміші міститься 0,2 моль  $\text{O}_2$  та 0,8 моль  $\text{NO}_2$ , і її молярна маса становить  $0,2 \cdot 32 + 0,8 \cdot 46 = 43,2$  (г/моль).

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)} = \frac{43,2}{2} = 21,6.$$

**8.1.13.**  $M(\text{сум.}) = 14,43 \cdot 2 = 28,86$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{CH}_4$  та  $(1-x)$  моль  $\text{H}_2\text{S}$ . Тоді  $28,86 = 16x + 34 - 34x$ . Звідси  $x = 0,2856$  (моль).  $\nu(\text{H}_2\text{S}) = 1 - 0,2856 = 0,7144$  (моль).  
 $\nu(\text{CH}_4) : \nu(\text{H}_2\text{S}) = 0,2856 : 0,7144 = 1 : 2,5 = 2 : 5$ .

**8.1.14.**  $M(\text{сум.}) = 1,24 \cdot 29 = 35,96$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{O}_2$  та  $(1-x)$  моль  $\text{CO}_2$ . Тоді  $35,96 = 32x + 44 \cdot (1-x)$ . Звідси  $x = 0,67$ .  $\chi(\text{O}_2) = 67\%$ .  $\varphi(\text{O}_2) = \chi(\text{O}_2) = 67\%$ .  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ .

З рівняння реакції випливає:  $V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 5 = 2,5$  (м<sup>3</sup>).

Можна записати:  $2,5 \text{ м}^3 \text{ O}_2$  становить 67%,  
 $y \text{ м}^3 \text{ O}_2$  становить 100%. Звідси  $y = 3,73$  (м<sup>3</sup>).

**8.1.18.**  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ . Утворена суміш містить карбон діоксид та азот.  $M(\text{сум.}) = 1,1 \cdot 29 = 31,9$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль утвореної суміші міститься  $x$  моль  $\text{CO}_2$  та  $(1-x)$  моль  $\text{N}_2$ . Тоді  $31,9 = 44x + 28 \cdot (1-x)$ , звідки  $x = 0,2438$  (моль).  
 $\chi(\text{CO}_2) = 24,38\%$ .  $\varphi(\text{CO}_2) = \chi(\text{CO}_2) = 24,38\%$ .

Розрахуємо об'єми кожного газу в утвореній суміші:

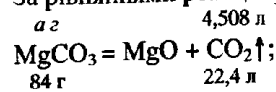
$$V(\text{CO}_2) = 120 \cdot 0,2438 = 29,3 \text{ (л)}. V(\text{N}_2) = 120 - 29,3 = 90,7 \text{ (л)}.$$

**8.1.20.**  $\text{MgCO}_3 = \text{MgO} + \text{CO}_2$ ,  $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$ .  
 $M(\text{сум.}) = 1,27 \cdot 29 = 36,83$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль утвореної газової суміші міститься  $x$  моль  $\text{CO}_2$  та  $(1-x)$  моль  $\text{O}_2$ . Тоді  $36,83 = 44x + 32 \cdot (1-x)$ . Звідси  $x = 0,4025$  (моль).  
 $\chi(\text{CO}_2) = \varphi(\text{CO}_2) = 40,25\%$ ,  $\chi(\text{O}_2) = \varphi(\text{O}_2) = 100 - 40,25 = 59,75 (\%)$ .  
 Об'єми газів в утвореній суміші становитимуть:

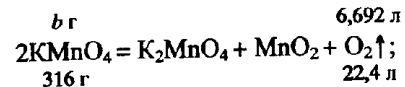


$$V(\text{CO}_2) = 11,2 \cdot 0,4025 = 4,508 \text{ (л)}, V(\text{O}_2) = 11,2 - 4,508 = 6,692 \text{ (л)}.$$

За рівняннями реакцій розрахуємо масовий склад вихідної суміші:



$$a = 16,9 \text{ (г)};$$

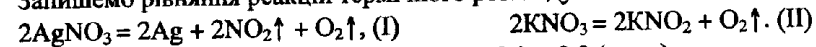


$$b = 94,4 \text{ (г)}.$$

**8.1.21.** Припустимо, що в суміші містилось по  $x$  моль  $\text{AgNO}_3$  та  $\text{KNO}_3$ .

Тоді  $179x + 101x = 81,3$ , звідки  $x = 0,3$  (моль).

Запишемо рівняння реакцій термічного розкладу солей:



З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{NO}_2) = \nu(\text{AgNO}_3) = 0,3$  (моль),

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{AgNO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,3 = 0,15 \text{ (моль)}.$$

З рівняння (II) випливає:  $\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{KNO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,3 = 0,15$  (моль).

Сумарна кількість речовини кисню становитиме  $0,15 + 0,15 = 0,3$  (моль). Отже, утворена суміш містить  $0,3$  моль  $\text{O}_2$  та  $0,3$  моль  $\text{NO}_2$ .  $\chi(\text{O}_2) = \chi(\text{NO}_2) = \varphi(\text{O}_2) = \varphi(\text{NO}_2) = 50\%$ . В  $1$  моль газової суміші міститься  $0,5$  моль  $\text{O}_2$  та  $0,5$  моль  $\text{NO}_2$ . Тоді  $M(\text{сум.}) = 0,5 \cdot 32 + 0,5 \cdot 46 = 39$  (г/моль).

$$D_{(\text{пов.})} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{пов.})} = \frac{39}{29} = 1,34.$$

**8.1.22.**  $M(\text{сум.}) = 0,8 \cdot 22,4 = 17,92$  (г/моль). Припустимо, що в  $1$  моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{C}_2\text{H}_2$  та  $(1-x)$  моль  $\text{CH}_4$ . Тоді  $17,92 = 26x + 16 \cdot (1-x)$ . Звідси  $x = 0,192$  (моль).  $\nu(\text{CH}_4) = 1 - 0,192 = 0,808$  (моль).

$$\varphi(\text{CH}_4) = \chi(\text{CH}_4) = 0,808, \text{ або } 80,8\%. D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)} = \frac{17,92}{2} = 8,96.$$

**8.1.26.**  $2\text{SO}_3 = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ . Припустимо, що маємо  $1$  моль  $\text{SO}_3$ . Тоді розкладається  $0,04$  моль  $\text{SO}_3$  і при цьому утвориться, згідно з рівнянням реакції,  $0,04$  моль  $\text{SO}_2$  та  $0,02$  моль  $\text{O}_2$ . Таким чином, рівноважна суміш міститиме:  $0,02$  моль  $\text{O}_2$ ,  $0,04$  моль  $\text{SO}_2$  та  $(1 - 0,04) = 0,96$  (моль)  $\text{SO}_3$ . Загальна кількість речовини суміші становить  $0,02 + 0,04 + 0,96 =$

$$= 1,02 \text{ (моль)}. \chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}. \chi(\text{O}_2) = \frac{0,02}{1,02} = 0,0196, \chi(\text{SO}_2) = \frac{0,04}{1,02} =$$

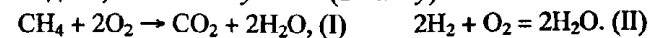
$= 0,0392, \chi(\text{SO}_3) = 1 - 0,0196 - 0,0392 = 0,9412$ . В  $1$  моль суміші міститься  $0,0196$  моль  $\text{O}_2$ ,  $0,0392$  моль  $\text{SO}_2$  та  $0,9412$  моль  $\text{SO}_3$ .

$$M(\text{сум.}) = 64 \cdot 0,0392 + 32 \cdot 0,0196 + 80 \cdot 0,9412 = 78,4 \text{ (г/моль)}.$$

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)} = \frac{78,4}{2} = 39,2.$$

**8.1.32.**  $M(\text{сум.}) = 1,27 \cdot 17 = 21,59$  (г/моль). Припустимо, що в  $1$  моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{CH}_4$ ,  $y$  моль  $\text{H}_2$  та  $(1-x-y)$  моль  $\text{CO}_2$ .

Тоді  $21,59 = 16x + 2y + 44 \cdot (1-x-y)$ .



За рівнянням (I) на спалювання  $x$  моль  $\text{CH}_4$  витратиться  $2x$  моль  $\text{O}_2$ , а за рівнянням (II) на спалювання  $y$  моль  $\text{H}_2$  витратиться  $0,5y$  моль  $\text{O}_2$ .

З іншого боку, на спалювання одного об'єму суміші витрачається  $3 \cdot 0,2 = 0,6$  об'єму  $\text{O}_2$ , а на спалювання  $1$  моль суміші витратиться  $0,6$  моль  $\text{O}_2$ . Можемо скласти ще одне рівняння:  $0,6 = 2x + 0,5y$ .

Маємо систему двох рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} 21,59 = 16x + 2y + 44 \cdot (1-x-y); \\ 0,6 = 2x + 0,5y. \end{cases}$$

Звідси  $x = 0,2, y = 0,4$ .  $\varphi(\text{CH}_4) = \chi(\text{CH}_4) = 0,2$ , або  $20\%$ ,

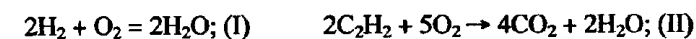
$\varphi(\text{H}_2) = \chi(\text{H}_2) = 0,4$ , або  $40\%$ ,  $\varphi(\text{CO}_2) = \chi(\text{CO}_2) = 0,4$ , або  $40\%$ .

**8.1.34.**  $D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{H}_2)}$ ;  $\nu = \frac{V}{V_m}$ ;  $\chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}$ .  $M(\text{сум.}) = 12 \cdot 2 = 24$  (г/моль).

Припустимо, що  $1$  моль суміші містить  $x$  моль  $\text{H}_2$ ,  $y$  моль  $\text{C}_2\text{H}_2$  та  $(1-x-y)$  моль  $\text{C}_2\text{H}_4$ . Тоді:  $24 = 2x + 26y + 28 \cdot (1-x-y)$ , звідки  $y = 2 - 13x$ . Кількість речовини вихідної суміші становить  $\frac{89,6}{22,4} =$

$$= 4 \text{ (моль)}. \text{ На її спалювання використали } \frac{224}{22,4} = 10 \text{ (моль) кисню.}$$

На спалювання  $1$  моль вихідної суміші витратиться  $\frac{10}{4} = 2,5$  (моль)  $\text{O}_2$ .



$\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}. \text{ (III)}$  З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{H}_2) = 0,5x$  моль. З рівняння (II) випливає:  $\nu(\text{O}_2) = \frac{5}{2}y = 2,5y$  моль.

З рівняння (III) випливає:  $\nu(\text{O}_2) = 3\nu(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 - 3x - 3y$ . Загальна кількість речовини кисню, що витратилась на спалювання  $1$  моль вихідної суміші, становить:  $0,5x + 2,5y + 3 - 3x - 3y = 3 - 2,5x - 0,5y$  (моль). Можемо скласти рівняння:  $2,5 = 3 - 2,5x - 0,5y$ . Маємо систему двох рівнянь

$$\text{з двома невідомими: } \begin{cases} y = 2 - 13x; \\ 2,5 = 3 - 2,5x - 0,5y. \end{cases} \text{ Звідси } x = 0,125, y = 0,375.$$

$$\varphi(\text{H}_2) = \chi(\text{H}_2) = \frac{0,125}{1} = 0,125, \text{ або } 12,5\%,$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = \chi(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{0,375}{1} = 0,375, \text{ або } 37,5\%,$$

$$\varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = \chi(\text{C}_2\text{H}_4) = 100 - 12,5 - 37,5 = 50 (\%).$$

$$8.1.36. D_{(\text{пов.})} = \frac{M(\text{сум.})}{M(\text{пов.})}; \nu = \frac{V}{V_m}; \nu = \frac{m}{M}; \chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}$$

$$M(\text{сум.}) = 1,21 \cdot 29 = 35,09 \text{ (г/моль)}. \nu(\text{сум.}) = \frac{180}{22,4} = 8,0357 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(\text{Br}_2) = \frac{385,6}{160} = 2,41 \text{ (моль)}. \text{ З бромною водою буде реагувати лише}$$

$$\text{пропен: } \text{C}_3\text{H}_6 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{Br}_2. \text{ З рівняння реакції випливає: } \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = \nu(\text{Br}_2) = 2,41 \text{ (моль)}. \chi(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{2,41}{8,0357} = 0,3, \text{ або } 30\%.$$

Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{CH}_4$ ,  $0,3$  моль  $\text{C}_3\text{H}_6$  та  $(1 - 0,3 - x)$  моль  $\text{C}_3\text{H}_8$ . Так як молярна маса суміші відома, то можна скласти рівняння:  $35,09 = 16x + 42 \cdot 0,3 + 44 \cdot (0,7 - x)$ . Звідси  $x = 0,3$ .  
 $\varphi(\text{C}_3\text{H}_6) = \chi(\text{C}_3\text{H}_6) = 30\%$ ,  $\varphi(\text{CH}_4) = \chi(\text{CH}_4) = 30\%$ ,  
 $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = \chi(\text{C}_3\text{H}_8) = 40\%$ .

8.2.1. Перетворилось на озон  $\frac{25}{5} = 5$  (л)  $\text{O}_2$ .  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ . З рівняння випливає:

$$V(\text{O}_3) = \frac{5 \cdot 2}{3} = 3,3 \text{ (л)}. \text{ Залишилось } 25 - 5 = 20 \text{ (л) } \text{O}_2. \text{ Загальний об'єм}$$

суміші озону і кисню становить  $20 + 3,3 = 23,3$  (л).

8.2.3. У 2 л суміші озону і кисню міститься  $2 \cdot 0,05 = 0,1$  (л) озону та  $2 - 0,1 = 1,9$  (л) кисню. При нагріванні озон розкладається згідно з рівнянням реакції  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$ . З рівняння випливає, що при розкладанні  $0,1$  л  $\text{O}_3$

утвориться  $\frac{0,1 \cdot 3}{2} = 0,15$  (л)  $\text{O}_2$ . Загальний об'єм кисню становитиме

$1,9 + 0,15 = 2,05$  (л). З рівняння реакції горіння  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  випливає:  $V(\text{H}_2) = 2V(\text{O}_2) = 2 \cdot 2,05 = 4,1$  (л).

8.2.5.  $\nu = \frac{V}{V_m}$ ;  $\nu = \frac{N}{N_A}$ . З формули:  $\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$  визначимо, який об'єм зай-

ме кисень за нормальних умов.  $V_0(\text{O}_2) = \frac{1,5 \cdot 3000 \cdot 273}{1 \cdot 293} = 4193$  (мл).

З рівняння реакції  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$  випливає, що  $V_0(\text{O}_3) = \frac{4,193 \cdot 2}{3} = 2,8$  (л).

$$\nu(\text{O}_3) = \frac{2,8}{22,4} = 0,125 \text{ (моль)}. N(\text{O}_3) = 0,125 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,5 \cdot 10^{22}.$$

8.2.7.  $M(\text{сум.}) = 1,61 \cdot 22,4 = 36,06$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $x$  моль озону та  $(1 - x)$  моль  $\text{O}_2$ . Тоді можна записати:  $36,06 = 48x + 32 \cdot (1 - x)$ . Звідси  $x = 0,254$  (моль).  $\varphi(\text{O}_3) = \chi(\text{O}_3) = 0,254$ . У 20 л суміші озону і кисню міститься  $20 \cdot 0,254 = 5,08$  (л)  $\text{O}_3$  та  $20 - 5,08 = 14,92$  (л)  $\text{O}_2$ . З  $5,08$  л озону, згідно з рівнянням  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$ , можна одержати  $\frac{5,08 \cdot 3}{2} = 7,62$  (л) кисню. Тоді загальний об'єм  $\text{O}_2$  становитиме  $7,62 + 14,92 = 22,54$  (л). З рівняння реакції окиснення  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  випливає:  $V(\text{NO}) = 2V(\text{O}_2) = 2 \cdot 22,54 \approx 45,1$  (л).

8.2.13.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ .  $V(\text{O}_3) = 21,1 \cdot 0,12 = 2,532$  (л),  $V(\text{O}_2) = 21,1 - 2,532 = 18,568$  (л). При розкладанні озону за рівнянням реакції  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  утвориться  $\frac{2,532 \cdot 3}{2} = 3,798$  (л) кисню. Загальний об'єм  $\text{O}_2$  становитиме  $18,568 + 3,798 = 22,366$  (л). Припустимо, що вихідна суміш містила  $x$  л метану та  $(28 - x)$  л чадного газу. З рівняння реакції горіння  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  випливає:  $V(\text{O}_2) = 2x$  (л). З рівняння реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  випливає:  $V(\text{O}_2) = \frac{28 - x}{2} = (14 - 0,5x)$  л. Тоді  $2x + 14 - 0,5x = 22,366$ . Звідси  $x = 5,58$  (л).  $\varphi(\text{CH}_4) = \frac{5,58}{28} = 0,1993 \approx 20\%$ .

8.2.14.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ .  $V(\text{H}_2) = 200 \cdot 0,4 = 80$  (л),  $V(\text{O}_2) = 200 \cdot 0,1 = 20$  (л).

Вуглекислий газ та азот не горять. З рівнянням реакції горіння водню  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  випливає, що на спалювання  $80$  л  $\text{H}_2$  потрібно  $40$  л  $\text{O}_2$ . У складі вихідної суміші є  $20$  л кисню, отже, потрібно додати ще  $20$  л  $\text{O}_2$ . У  $100$  л суміші озону і кисню міститься  $4$  л  $\text{O}_3$  та  $96$  л  $\text{O}_2$ . При розкладанні  $4$  л  $\text{O}_3$  за рівнянням реакції  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  утвориться  $\frac{4 \cdot 3}{2} = 6$  (л)  $\text{O}_2$ . Тоді загальний об'єм кисню становитиме  $96 + 6 = 102$  (л).

Можна записати:

зі  $100$  л суміші озону і кисню одержують  $102$  л  $\text{O}_2$ ,

з  $x$  л суміші озону і кисню одержують  $20$  л  $\text{O}_2$ . Звідси  $x = 19,6$  (л).

8.2.16.  $M(\text{сум.}) = 1,3 \cdot 29 = 37,7$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші озону і кисню міститься  $x$  моль  $\text{O}_3$  та  $(1-x)$  моль  $\text{O}_2$ .  $37,7 = 48x + 32 - 32x$ . Звідси  $x = 0,3563$ .  $\chi(\text{O}_3) = \varphi(\text{O}_3) = 0,3563$ , або 35,63%.  
 $\varphi(\text{CH}_4) = 100\% - 25\% = 75\%$ .  $V(\text{CH}_4) = 260 \cdot 0,75 = 195$  (см<sup>3</sup>).  
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . З рівняння реакції випливає, що на спалювання 195 см<sup>3</sup>  $\text{CH}_4$  витратиться  $2 \cdot 195 = 390$  (см<sup>3</sup>)  $\text{O}_2$ . У 100 см<sup>3</sup> суміші озону і кисню міститься 35,63 см<sup>3</sup>  $\text{O}_3$  та 64,37 см<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ .  
 При розкладанні озону за рівнянням реакції  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  утвориться  $\frac{35,63 \cdot 3}{2} = 53,45$  (см<sup>3</sup>)  $\text{O}_2$ . Загальний об'єм кисню становитиме  $64,37 + 53,45 = 117,82$  (см<sup>3</sup>). Можна записати:  
 зі 100 см<sup>3</sup> суміші озону і кисню одержують 117,82 см<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ ,  
 з  $y$  см<sup>3</sup> суміші озону і кисню одержують 390 см<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ .  
 Звідси  $y = 331$  (см<sup>3</sup>).

8.2.19.  $v = \frac{V}{V_m}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}$ .  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$ . З рівняння реакції випли-

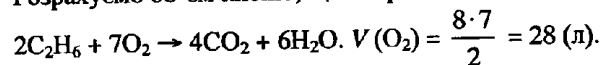
ває, що при розкладанні 2 об'ємів  $\text{O}_3$  утвориться 3 об'єми  $\text{O}_2$  і відбудеться збільшення об'єму суміші на один об'єм. Так як об'єм збільшився на 20 мл ( $160 - 140 = 20$ ), то прореагувало 40 мл  $\text{O}_3$ .  
 Отже, до складу вихідної суміші входило 40 мл  $\text{O}_3$  та 100 мл  $\text{O}_2$ .

$$v(\text{O}_3) = \frac{0,04}{22,4} = 0,001786 \text{ (моль)}. m(\text{O}_3) = 0,001786 \cdot 48 = 0,0857 \text{ (г)}.$$

$$v(\text{O}_2) = \frac{0,1}{22,4} = 0,004464 \text{ (моль)}. m(\text{O}_2) = 0,004464 \cdot 32 = 0,1428 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{сум.}) = 0,0857 + 0,1428 = 0,2285 \text{ (г)}. w(\text{O}_3) = \frac{0,0857}{0,2285} = 0,375 = 37,5\%.$$

Розрахуємо об'єм кисню, що витратиться на спалювання 8 л етану:



Можна записати:

зі 140 л суміші озону і кисню одержимо 160 л  $\text{O}_2$ ,

з  $u$  л суміші озону і кисню одержимо 28 л  $\text{O}_2$ . Звідси  $u = 24,5$  (л).

8.2.27.  $M(\text{сум. CH}_4, \text{C}_4\text{H}_{10}) = 18 \cdot 2 = 36$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $x$  моль  $\text{CH}_4$  та  $(1-x)$  моль  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .  $36 = 16x + 58 \cdot (1-x)$ .  
 Звідси  $x = 0,5238$  (моль).  $\chi(\text{CH}_4) = v(\text{C}_3\text{H}_6) = 52,38\%$ .  
 $V(\text{CH}_4) = 150 \cdot 0,5238 = 78,58$  (дм<sup>3</sup>),  $V(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 150 - 78,58 = 71,42$  (дм<sup>3</sup>).  
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , (I)  $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ . (II)

З рівняння (I) випливає:  $V(\text{O}_2) = 78,58 \cdot 2 = 157,16$  (дм<sup>3</sup>). З рівняння

(II) випливає:  $V(\text{O}_2) = \frac{71,42 \cdot 13}{2} = 464,23$  (дм<sup>3</sup>). Загальний об'єм кисню

становитиме  $157,16 + 464,23 = 621,39$  (дм<sup>3</sup>).  $M(\text{сум. O}_2, \text{O}_3) = 1,4 \cdot 29 = 40,6$  (г/моль). Припустимо, що в 1 моль суміші міститься  $u$  моль  $\text{O}_2$  та  $(1-u)$  моль  $\text{O}_3$ .  $40,6 = 32u + 48 \cdot (1-u)$ . Звідси  $u = 0,4625$  (моль).

$v(\text{O}_3) = 1 - 0,4625 = 0,5375$  (моль).  $\chi(\text{O}_3) = v(\text{O}_3) = 53,75\%$ . В 100 дм<sup>3</sup> суміші озону і кисню міститься 53,75 дм<sup>3</sup>  $\text{O}_3$  та 46,25 дм<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ .

При розкладанні озону за рівнянням реакції  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  утвориться  $\frac{53,75 \cdot 3}{2} = 80,625$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{O}_2$ . Загальний об'єм кисню становитиме

$46,25 + 80,625 = 126,875$  (дм<sup>3</sup>). Можна записати:

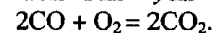
зі 100 дм<sup>3</sup> суміші озону і кисню одержимо 126,875 дм<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ ,

з  $a$  дм<sup>3</sup> суміші озону і кисню одержимо 621,39 дм<sup>3</sup>  $\text{O}_2$ .

Звідси  $a = 490$  (дм<sup>3</sup>).

8.3.1.  $\Delta V_{\text{теор.}} = (2 + 1) - 2 = 1$  (мл).  $\Delta V_{\text{практ.}} = (300 + 500) - 700 = 100$  (мл).

$x$  мл  $z$  мл  $y$  мл 100 мл



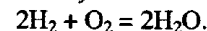
2 мл 1 мл 2 мл 1 мл

$$\text{Звідси } x = \frac{2 \cdot 100}{1} = 200 \text{ (мл)}, y = \frac{2 \cdot 100}{1} = 200 \text{ (мл)}, z = \frac{1 \cdot 100}{1} = 100 \text{ (мл)}.$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V(\text{сум.})} = \frac{300}{700} = 0,429 = 42,9\%. \varphi(\text{O}_2) = 100 - 42,9 = 57,1 (\%).$$

8.3.2.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ .  $\Delta V_{\text{практ.}} = (400 + 200) - 375 = 225$  (мл),  $\Delta V_{\text{теор.}} = (2 + 1) = 3$  (мл).

$x$  мл  $u$  мл 225 мл



2 мл 1 мл — 3 мл

$$\text{Звідси } x = \frac{2 \cdot 225}{3} = 150 \text{ (мл)}, y = \frac{225}{3} = 75 \text{ (мл)}. \text{Склад вихідної сумі-}$$

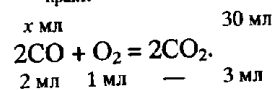
ші:  $V(\text{H}_2) = 150$  мл,  $V(\text{N}_2) = 400 - 150 = 250$  (мл).  $\varphi(\text{H}_2) = \frac{150}{400} =$

$= 0,375$ , або 37,5%,  $\varphi(\text{N}_2) = 100 - 37,5 = 62,5 (\%)$ . Склад утвореної газової суміші:  $V(\text{N}_2) = 250$  мл,  $V(\text{O}_2) = 200 - 75 = 125$  (мл).

$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{250}{375} = 0,667, \text{ або } 66,7\%, \varphi(\text{O}_2) = 100 - 66,7 = 33,3 (\%).$$

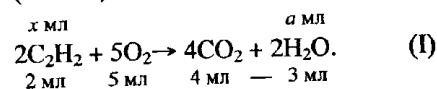
8.3.12. Залишився кисень. Весь CO згорів. CO<sub>2</sub> поглинувся лугом.

$$\Delta V_{\text{практ.}} = 50 - 20 = 30 \text{ (мл)}, \Delta V_{\text{теор.}} = 2 + 1 = 3 \text{ (мл)}.$$

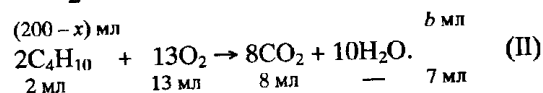


$$x = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 \text{ (мл)}. \varphi(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO})}{V(\text{сум.})} = \frac{20}{50} = 0,4, \text{ або } 40\%.$$

8.3.14.  $\Delta V_{\text{практ.}} = (200 + 1000) - 720 = 480 \text{ (мл)}$ . Зміна об'єму газової суміші відбулась за рахунок реакцій горіння ацетилену (I) та бутану (II). Для реакції (I)  $\Delta V_{\text{теор.}} = (2 + 5) - 4 = 3 \text{ (мл)}$ . Для реакції (II)  $\Delta V_{\text{теор.}} = (2 + 13) - 8 = 7 \text{ (мл)}$ . Припустимо, що вихідна суміш містила  $x \text{ мл C}_2\text{H}_2$  та  $(200 - x) \text{ мл C}_4\text{H}_{10}$ .



$$a = \frac{3x}{2} = 1,5x \text{ (мл)}.$$

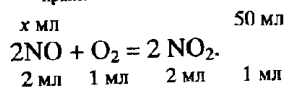


$$b = \frac{7 \cdot (200 - x)}{2} = (700 - 3,5x) \text{ мл}. \quad a + b = 480. \quad 1,5x + 700 - 3,5x = 480,$$

звідки  $x = 110 \text{ (мл)}$ .  $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 110 \text{ мл}$ .

8.3.28. Вода увібрала лише NO<sub>2</sub>, бо це кислотний оксид, який взаємодіє з водою.  $V(\text{NO}_2) = 600 - 300 = 300 \text{ (мл)}$ . У газовій суміші об'ємом 300 мл залишився азот та нітроген монооксид, який і прореагував з киснем.

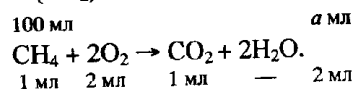
$$\Delta V_{\text{практ.}} = 300 + 200 - 450 = 50 \text{ (мл)}, \Delta V_{\text{теор.}} = (2 + 1) - 2 = 1 \text{ (мл)}.$$



$$\text{Звідси } x = 100 \text{ мл}. \varphi(\text{NO}) = \frac{V(\text{NO})}{V(\text{сум.})} = \frac{100}{600} = 0,1667 \approx 16,7\%.$$

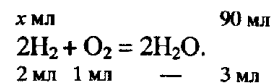
8.3.29.  $\Delta V_{\text{практ.}} = (200 + 300) - 210 = 290 \text{ (мл)}$ . Розчин луку поглинає лише карбон діоксид, який утворився при спалюванні метану.

$$V(\text{CO}_2) = 210 - 110 = 100 \text{ (мл)}. \quad V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}_2) = 100 \text{ мл}.$$



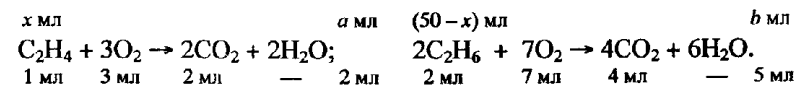
$$\text{Звідси } a = 100 \cdot 2 = 200 \text{ (мл)}.$$

Зміна об'єму газів у результаті горіння водню становить  $290 - 200 = 90 \text{ (мл)}$ .



$$\text{Звідси } x = \frac{2 \cdot 90}{3} = 60 \text{ (мл)}. \quad V(\text{N}_2) = 200 - 100 - 60 = 40 \text{ (мл)}.$$

8.3.33.  $\Delta V_{\text{практ.}} = (70 + 315) - 270 = 115 \text{ (мл)}$ .  $V(\text{CO}_2) = 270 - 170 = 100 \text{ (мл)}$ .  $V(\text{N}_2) = 170 \cdot 0,1177 = 20 \text{ (мл)}$ . Сумарний об'єм етену та етану становив  $70 - 20 = 50 \text{ (мл)}$ . Припустимо, що об'єм C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> становив  $x \text{ мл}$ . Тоді об'єм C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> становив  $(50 - x) \text{ мл}$ . Розрахуємо  $\Delta V_{\text{практ.}}$  для реакцій горіння етену та етану:



$$a = 2x \text{ (мл)}.$$

$$b = \frac{5 \cdot (50 - x)}{2} = (125 - 2,5x) \text{ мл}.$$

$a + b = 115$ . Тоді  $2x + 125 - 2,5x = 115$ . Звідси  $x = 20 \text{ мл}$ . Отже, вихідна суміш містила 20 мл C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 20 мл N<sub>2</sub> та 30 мл C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.

8.3.36.  $\nu = \frac{V}{V_m}$ ;  $\chi = \frac{\nu(\text{реч.})}{\nu(\text{сум.})}$ .  $\nu(\text{сум.}) = \frac{19,04}{22,4} = 0,85 \text{ (моль)}$ . З воднем реагу-

ють етен та пропен: C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> + H<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; (I) C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> + H<sub>2</sub> → C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. (II)

З рівнянь реакцій випливає, що загальна зміна об'єму газів дорівнює об'єму алкенів, що були в суміші, і становить  $(19,04 + 20) - 25,6 = 13,44 \text{ (л)}$ . Тоді об'єм етану в суміші становив  $19,04 - 13,44 = 5,6 \text{ (л)}$ .

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ (моль)}, \quad \nu(\text{C}_2\text{H}_4) + \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{13,44}{22,4} = 0,6 \text{ (моль)}.$$

$m(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ (г)}$ .  $m(\text{C}_2\text{H}_4) + m(\text{C}_3\text{H}_6) = 27,1 - 7,5 = 19,6 \text{ (г)}$ . Припустимо, що в суміші C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> та C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> містилось  $x \text{ моль C}_2\text{H}_4$  і  $(0,6 - x) \text{ моль C}_3\text{H}_6$ .  $m(\text{C}_2\text{H}_4) = 28x \text{ (г)}$ ,  $m(\text{C}_3\text{H}_6) = 42 \cdot (0,6 - x) \text{ г}$ . Складемо рівняння:  $19,6 = 28x + 42 \cdot (0,6 - x)$ . Звідси  $x = 0,4 \text{ (моль)}$ .

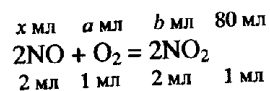
$$\chi(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{0,4}{0,85} = 0,4706 \approx 47,1\%, \quad \chi(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{0,25}{0,85} = 0,2941 \approx 29,4\%$$

$$\chi(\text{C}_3\text{H}_6) = 100 - 47,1 - 29,4 = 23,5 \text{ (\%)}$$

8.3.40.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ . У повітрі містилось  $500 \cdot 0,2 = 100 \text{ (мл)}$  O<sub>2</sub> та  $500 - 100 =$

$= 400 \text{ (мл)}$  N<sub>2</sub>. Розрахуємо об'єм утвореної суміші:

$$V(\text{сум.}) = \frac{400}{0,64516} = 620 \text{ (мл)}. \Delta V_{\text{практ.}} = 700 - 620 = 80 \text{ (мл)}.$$



$x = 160$  (мл),  $a = 80$  (мл),  $b = 160$  (мл). Склад утвореної газової суміші:  
400 мл  $\text{N}_2$ ,  $(100 - 80) = 20$  (мл)  $\text{O}_2$ ,  $(200 - 160) + 160 = 200$  мл  $\text{NO}_2$ .

$$\varphi(\text{NO}_2) = \frac{200}{620} = 0,3226 \approx 32,3\%. \varphi(\text{N}_2) = 64,5\%, \varphi(\text{O}_2) = 100 - 32,3 - 64,5 = 3,2 (\%).$$

$$8.4.11. \nu(\text{H}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{740 \cdot 200}{62400 \cdot 300} = 0,0079 \text{ (моль)}. \text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow.$$

З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{Zn}) = \nu(\text{H}_2) = 0,0079$  моль.

$$m(\text{Zn}) = M \cdot \nu = 65 \cdot 0,0079 = 0,514 \text{ (г)}. m(\text{Cu}) = 1 - 0,514 = 0,486 \text{ (г)}.$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{сум.})} = \frac{0,486}{1} = 0,486, \text{ або } 48,6\%.$$

$$8.4.12. \nu(\text{CuO}) = \frac{m(\text{CuO})}{M(\text{CuO})} = \frac{16}{80} = 0,2 \text{ (моль)}. \text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}.$$

З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Cu}) = 0,2$  моль.

$$V(\text{H}_2) = \frac{\nu RT}{P} = \frac{0,2 \cdot 62400 \cdot 294}{765} = 4796 \text{ (мл)}, \text{ або } 4,8 \text{ л}.$$

8.4.16.  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Припустимо, що суміш містить 1 л ацетилену та 2 л кисню. При використанні 2 л  $\text{O}_2$  згорить  $\frac{2 \cdot 2}{5} = 0,8$  (л)

$$\text{C}_2\text{H}_2 \text{ і утвориться } \frac{2 \cdot 4}{5} = 1,6 \text{ (л) } \text{CO}_2 \text{ та } \frac{2 \cdot 2}{5} = 0,8 \text{ (л) водної пари.}$$

Склад утвореної газової суміші: 1,6 л  $\text{CO}_2$ , 0,8 л водної пари,  $1 - 0,8 = 0,2$  (л)  $\text{C}_2\text{H}_2$ .  $V(\text{сум.}) = 1,6 + 0,8 + 0,2 = 2,6$  (л). Можна записати:

3 л газової суміші створює тиск  $P$  атм,  
2,6 л газової суміші створює тиск  $x$  атм. Звідси  $x = 0,8667P$  (атм).  
Тиск зменшився на  $P - 0,8667P = 0,1333P$  (атм), або на 13,3%.

8.4.18. Так як суміш еквімолярна, то  $V(\text{C}_2\text{H}_6) = V(\text{O}_2) = 20$  л.  
 $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ . З рівняння випливає, що  $\text{C}_2\text{H}_6$  в надлишку.

$$\text{Прореагує } \frac{2 \cdot 20}{7} = 5,71 \text{ (л) } \text{C}_2\text{H}_6. \text{ Утвориться } \frac{20 \cdot 4}{7} = 11,43 \text{ (л) } \text{CO}_2 \text{ та}$$

$$\frac{20 \cdot 6}{7} = 17,14 \text{ (л) } \text{H}_2\text{O}. \text{ Склад утвореної газової суміші: } 11,43 \text{ л } \text{CO}_2,$$

17,14 л  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20 - 5,71 = 14,29$  (л)  $\text{C}_2\text{H}_6$ .  $V(\text{сум.}) = 11,43 + 17,14 + 14,29 = 42,86$  (л). Можна записати:

40 л газової суміші створює тиск 2,5 атм,  
42,86 л газової суміші створює тиск  $x$  атм. Звідси  $x = 2,68$  (атм).

8.4.20. Розрахуємо склад повітря:  $V(\text{O}_2) = 1,5 \cdot 0,21 = 0,315$  (л).  $V(\text{N}_2) = 1,5 - 0,315 = 1,185$  (л).  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ . З рівняння реакції випливає:

$$V(\text{O}_3) = \frac{2 \cdot 0,315}{3} = 0,21 \text{ (л)}. \text{ Утворена газова суміш містить } 0,21 \text{ л } \text{O}_3$$

та 1,185 л  $\text{N}_2$ . Її об'єм становить  $0,21 + 1,185 = 1,395$  (л).

Можна записати:

1,5 л газової суміші створює тиск  $P$  атм,

1,395 л газової суміші створює тиск  $P_1$  атм. Звідси  $P_1 = 0,93P$  (атм).

Тиск зменшився на  $P - 0,93P = 0,07P$  (атм), або на 7%.

8.4.27.  $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ , (I)  $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ . (II)

Визначимо молярну масу утвореної газової суміші:

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{3,386 \cdot 0,082 \cdot 288}{1 \cdot 2} = 39,98 \text{ (г/моль)}. \text{ Припустимо, що в 1 моль}$$

утвореної суміші міститься  $x$  моль  $\text{O}_2$  та  $(1 - x)$  моль  $\text{NO}_2$ . Тоді можна записати:  $39,98 = 32x + 46 \cdot (1 - x)$ , звідки  $x = 0,43$  (моль). Отже,

$\chi(\text{O}_2) = 43\%$ ,  $\chi(\text{NO}_2) = 57\%$ . Припустимо, що за рівняннями (I) та (II) утворилось 1 моль газової суміші, тобто 0,43 моль  $\text{O}_2$  та 0,57 моль  $\text{NO}_2$ .

З рівняння (I) випливає:  $\nu(\text{AgNO}_3) = \nu(\text{NO}_2) = 0,57$  моль,  $\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}_2) = \frac{0,57}{2} = 0,285$  (моль). Тоді за рівнянням (II) утворилось

$0,43 - 0,285 = 0,145$  (моль)  $\text{O}_2$ . З рівняння (II) випливає:

$$\nu(\text{KNO}_3) = 2\nu(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,145 = 0,29 \text{ (моль)}.$$

$$m(\text{AgNO}_3) = \nu(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) = 0,57 \cdot 170 = 96,9 \text{ (г)},$$

$$m(\text{KNO}_3) = \nu(\text{KNO}_3) \cdot M(\text{KNO}_3) = 0,29 \cdot 101 = 29,29 \text{ (г)}.$$

Маса суміші солей становитиме  $96,9 + 29,29 = 126,19$  (г).

$$w(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(\text{сум.})} = \frac{96,9}{126,19} = 0,7679 = 76,79\%.$$

$$8.4.29. \rho = \frac{m}{V}; W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \nu = \frac{m}{M}; \nu = \frac{V}{V_m}. m(\text{р-ну } \text{H}_2\text{SO}_4) = 300 \cdot 1,14 =$$

$$= 342 \text{ (г)}. m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 342 \cdot 0,1 = 34,2 \text{ (г)}. \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{34,2}{98} = 0,349 \text{ (моль)}.$$

$v(\text{Zn}) = \frac{9,75}{65} = 0,15$  (моль).  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ . З рівняння реакції

випливає, що кислота в надлишку.  $v(\text{Zn}) = v(\text{H}_2) = 0,15$  (моль).

$V(\text{H}_2) = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36$  (л).  $V(\text{повітря}) = 2 - 0,3 = 1,7$  (л).

Загальний об'єм газів після реакції становить  $1,7 + 3,36 = 5,06$  (л).

Можна записати:

1,7 л газів створює тиск 1 атм,

5,06 л газів створює тиск  $x$  атм. Звідси  $x = 2,98$  (атм).

8.4.33.  $v = \frac{V}{V_m}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ . З формули  $\frac{PV}{T} = \frac{PV_1}{T_1}$  розрахуємо об'єм

газової суміші за нормальних умов.  $V = \frac{273 \cdot 3,75 \cdot 5,28}{300} = 18,02$  (л).

Припустимо, що у вихідній суміші містилось  $x$  л  $\text{CO}$  та  $(18,02 - x)$  л

$\text{CH}_4$ .  $v(\text{CO}) = \frac{x}{22,4}$  (моль),  $v(\text{CH}_4) = \frac{18,02 - x}{22,4}$  (моль).

$m(\text{CO}) = \frac{28x}{22,4} = 1,25x$  (г).  $m(\text{CH}_4) = \frac{16 \cdot (18,02 - x)}{22,4} = (12,87 - 0,7143x)$  г.

Тепер можна записати:  $19,4 = 1,25x + 12,87 - 0,7143x$ , звідки  $x = 12,19$  (л).  
 $V(\text{CH}_4) = 18,02 - 12,19 = 5,83$  (л).

$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ , (I)  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ , (II)

За рівнянням (I):  $V(\text{O}_2) = 2 \cdot 5,83 = 11,66$  (л). За рівнянням (II):  $V(\text{O}_2) =$

$= \frac{1}{2} \cdot 12,19 = 6,095$  (л). Загальний об'єм кисню становитиме  $11,66 + 6,095 =$

$= 17,755$  (л). Тоді об'єм повітря становитиме  $\frac{17,755}{0,21} = 84,5$  (л).

8.4.37.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $v = \frac{V}{V_m}$ .  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ .  $v(\text{CaCO}_3) = \frac{10}{100} = 0,1$  (моль).

З рівняння реакції випливає:  $v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 0,1$  моль.

$V(\text{CO}_2) = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24$  (л). Тоді загальний об'єм газів у посудині становитиме  $5 + 2,24 = 7,24$  (л). Можна записати:

5 л газів створює тиск 1 атм,

7,24 л газів створює тиск  $x$  атм.

Звідси  $x = 1,45$  (атм).

8.5.1.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ . Так як  $v(\text{CH}_4) = v(\text{CO}_2)$ , то  $V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}_2) = 1$  м<sup>3</sup>.

Метану прореагувало  $1 \cdot 0,15 = 0,15$  (м<sup>3</sup>).  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ .

З рівняння реакції випливає:  $V(\text{CH}_4) = V(\text{CO}_2) = 0,15$  (м<sup>3</sup>),  $V(\text{CO}) =$   
 $= V(\text{H}_2) = 2V(\text{CH}_4) = 0,3$  м<sup>3</sup>. Склад утвореної газової суміші:  $0,3$  м<sup>3</sup>  $\text{H}_2$ ,

$0,3$  м<sup>3</sup>  $\text{CO}$ ,  $1 - 0,15 = 0,85$  (м<sup>3</sup>)  $\text{CH}_4$  і  $0,85$  м<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$ . Загальний об'єм суміші становитиме  $2,3$  м<sup>3</sup>.  $\varphi(\text{CH}_4) = \varphi(\text{CO}_2) = \frac{0,85}{2,3} = 0,3696 \approx 37\%$ .

$\varphi(\text{CO}) = \varphi(\text{H}_2) = \frac{0,3}{2,3} = 0,13 = 13\%$ .

8.5.2.  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ . Припустимо, що вихідна суміш містила 1 л азоту та 3 л

водню. Прореагувало 0,12 л азоту.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ . З рівняння реакції випливає:  $V(\text{H}_2) = 0,36$  (л),  $V(\text{NH}_3) = 0,24$  (л). Ступінь перетворення

водню становитиме  $\frac{0,36}{3} = 0,12 = 12\%$ . Склад утвореної газової суміші:

0,24 л  $\text{NH}_3$ ,  $1 - 0,12 = 0,88$  л  $\text{N}_2$ ,  $2 - 0,36 = 1,64$  л  $\text{H}_2$ .  $V(\text{сум.}) = 3,76$  л.

$\varphi(\text{NH}_3) = \frac{0,24}{3,76} = 0,0638 \approx 6,4\%$ .  $\varphi(\text{H}_2) = \frac{2,64}{3,76} = 0,7021 \approx 70,2\%$ .

$\varphi(\text{N}_2) = \frac{0,88}{3,76} = 0,234 = 23,4\%$ .

8.5.9.  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ . Припустимо, що вихідна суміш містила 1 л метану та 1 л водяної пари. Якщо прореагувало  $x$  л  $\text{CH}_4$ , а значить, і  $x$  л  $\text{H}_2\text{O}$ , то утворилось  $x$  л  $\text{CO}$  та  $3x$  л  $\text{H}_2$ .  $V(\text{сум.}) = 4x + 1 - x + 1 - x =$

$= (2 + 2x)$  л.  $0,2 = \frac{1 - x}{2 + 2x}$ , звідки  $x = 0,429$  (моль).

$\alpha(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4) \text{ що прореагував}}{V(\text{CH}_4) \text{ вихідний}} = \frac{0,429}{1} = 0,429 \approx 43\%$ .

8.5.16. Припустимо, що вихідна суміш містила по 1 л  $\text{CH}_4$  та  $\text{H}_2\text{O}$ . Об'єм утвореної суміші становить  $2 \cdot 1,6 = 3,2$  (л).  $\Delta V_{\text{практ.}} = 3,2 - 2 = 1,2$  (л).

$x$  л  $1,2$  л

$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$

1 л 1 л 1 л 3 л 2 л

Звідси  $x = 0,6$  (л).  $\alpha(\text{CH}_4) = \frac{0,6}{1} = 0,6$ , або 60%.

8.5.18.  $\alpha = \frac{V \text{ що прореагував}}{V \text{ вихідний}}$ ;  $\varphi = \frac{V(\text{реч.})}{V(\text{сум.})}$ . У повітрі міститься  $100 \cdot 0,2 =$

$= 20$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{O}_2$  та  $100 - 20 = 80$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{N}_2$ .  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ . Так як в утвореній суміші міститься  $220 \cdot 0,7273 = 160$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{N}_2$ , то у вихідній суміші містилось  $160 - 80 = 80$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{N}_2$ . Тоді об'єм нітроген монооксиду у вихідній суміші становив  $140 - 80 = 60$  (дм<sup>3</sup>). Киснем, що містився в повітрі, окиснилось  $20 \cdot 2 = 40$  (дм<sup>3</sup>)  $\text{NO}$ . Не прореагувало,

тобто увійшло до складу утвореної газової суміші  $60 - 40 = 20$  (дм<sup>3</sup>) NO.

$$\alpha(\text{NO}) = \frac{40}{60} = 0,6667 \approx 66,7\%. \quad \varphi(\text{NO}) = \frac{20}{220} = 0,0909 \approx 9,1\%.$$

**8.5.21.**  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ . Припустимо, що вихідна суміш містила 2 л CO та 5 л H<sub>2</sub>O. З рівняння реакції випливає, що об'єм утвореної суміші дорівнює об'єму вихідної суміші (7 л.). В утвореній суміші міститься  $7 \cdot 0,1 = 0,7$  (л) CO. Отже, прореагувало  $2 - 0,7 = 1,3$  (л) CO.

$$\alpha(\text{CO}) = \frac{V(\text{CO}) \text{ що прореагував}}{V(\text{CO}) \text{ вихідний}} = \frac{1,3}{2} = 0,65, \text{ або } 65\%.$$

**9.1.**  $v = \frac{m}{M}$ . Припустимо, що маємо 100 г суміші, яка містить  $x$  г CaCO<sub>3</sub> та  $(100 - x)$  г Ca(OH)<sub>2</sub>. Маса суміші після прожарювання зменшиться на 37,5 г тому, що обидві речовини розкладуться з виділенням газоподібних речовин. За рівняннями реакцій розрахуємо маси карбон діоксиду та водяних парів, які виділяться під час термолізу суміші:



$$a = \frac{44x}{100} \text{ (г)}.$$

$$b = \frac{18 \cdot (100 - x)}{74} \text{ (г)}.$$

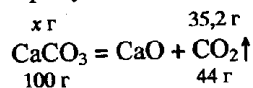
$$\frac{44x}{100} + \frac{18 \cdot (100 - x)}{74} = 37,5. \text{ Звідси } x = 66,97 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = 100 - 66,97 = 33,03 \text{ (г)}. \quad v(\text{CaCO}_3) = \frac{66,97}{100} = 0,6697 \text{ (моль)},$$

$$v(\text{Ca(OH)}_2) = \frac{33,03}{74} = 0,4464 \text{ (моль)}.$$

$$v(\text{CaCO}_3) : v(\text{Ca(OH)}_2) = 0,6696 : 0,4464 = 1,5 : 1 = 3 : 2.$$

**9.3.** Припустимо, що маємо 100 г CaCO<sub>3</sub>.  $m(\text{CO}_2) = 100 \cdot 0,352 = 35,2$  (г).

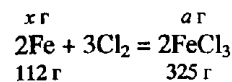


$$\text{Звідси } x = \frac{100 \cdot 35,2}{44} = 80 \text{ (г)}. \text{ Не розкладлось } 100 - 80 = 20 \text{ (г) CaCO}_3.$$

Маса утвореного твердого залишку:  $100 - 35,2 = 64,8$  (г).  $w(\text{CaCO}_3) =$

$$= \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{сум.})} = \frac{20}{64,8} = 0,309 = 30,9\%. \quad w(\text{CaO}) = 100 - 30,9 = 69,1 \text{ (\%)}$$

**9.13.** Припустимо, що вихідна маса заліза становила 100 г, а прореагувало з хлором  $x$  г. Маса одержаної суміші становитиме:  $100 + 100 \cdot 0,9509 = 195,09$  (г). Ця суміш складається із заліза, яке не вступило в реакцію, та солі, що утворилась.



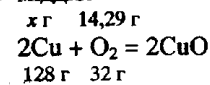
$$\text{Звідси } a = \frac{325x}{112} \text{ (г)}. \text{ Маса заліза, що не прореагувало, становить } (100 - x) \text{ г}.$$

$$\text{Складемо рівняння: } 195,09 = (100 - x) + \frac{325x}{112}. \text{ Звідси } x = 50 \text{ (г)}. \quad w(\text{Fe}) =$$

$$= \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{сум.})} = \frac{50}{195,09} = 0,2563 = 25,63\%, \quad w(\text{FeCl}_3) = 100 - 25,63 = 74,37 \text{ (\%)}$$

**9.18.** Припустимо, що було 100 г мідного порошку. Зміна маси становить  $\frac{100}{7} = 14,29$  (г). Маса утвореної суміші становить  $100 + 14,29 = 114,29$  (г).

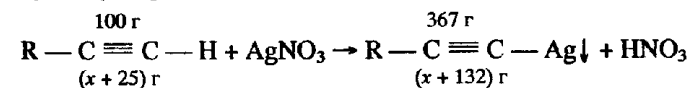
Збільшення маси відбулось за рахунок маси кисню, який сполучився з міддю.



$$\text{Звідси } x = \frac{128 \cdot 14,29}{32} = 57,16 \text{ (г)}. \text{ У суміші залишилось } 100 - 57,16 =$$

$$= 42,84 \text{ (г) міді. } w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{сум.})} = \frac{42,84}{114,29} = 0,375, \text{ або } 37,5\%.$$

**9.26.** Припустимо, що було 100 г ацетиленового вуглеводню. Тоді маса осаду, що утворився, становить  $100 \cdot 3,67 = 367$  (г).



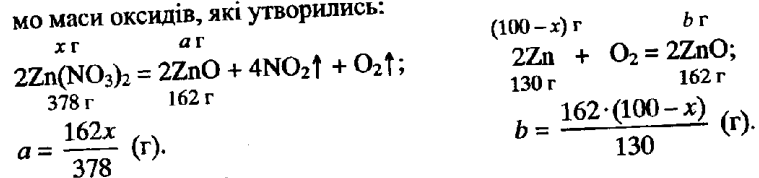
$100 \cdot (x + 132) = 367 \cdot (x + 25)$ . Звідси  $x = 15$ . Це радикал CH<sub>3</sub>. Отже, речовина А — метилацетилен.

**9.33.** Припустимо, що у 100 г розчину етанолу міститься  $x$  г C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH та  $(100 - x)$  г H<sub>2</sub>O. Атоми Оксигену містяться і у спирті, і у воді. Розрахуємо їхню кількість за відповідними стехіометричними схемами:



$$a = \frac{16x}{46} \text{ (г)}. b = \frac{16 \cdot (100-x)}{18} \text{ (г)}. \text{ У } 100 \text{ г розчину етанолу міститься } 100 \cdot 0,6 = 60 \text{ (г) атомів Оксигену. Складемо рівняння: } 60 = \frac{16x}{46} + \frac{16 \cdot (100-x)}{18}. \text{ Звідси } x = 53,4 \text{ (г)}. W(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{р-ну})} = \frac{53,4}{100} = 0,534 \approx 53\%.$$

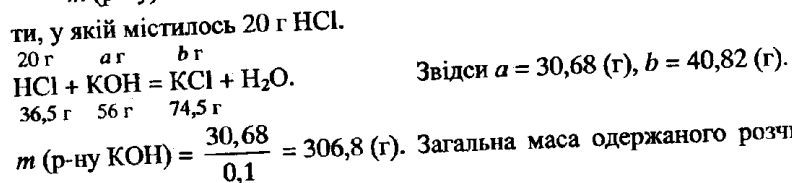
9.40. Припустимо, що було 100 г суміші цинку та цинк нітрату, в якій містилось  $x$  г  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  та  $(100-x)$  г  $\text{Zn}$ . За рівняннями реакції розраховуємо маси оксидів, які утворились:



$$\frac{162x}{378} + \frac{162 \cdot (100-x)}{130} = 100. \text{ Звідси } x = 30,11 \text{ (г)}.$$

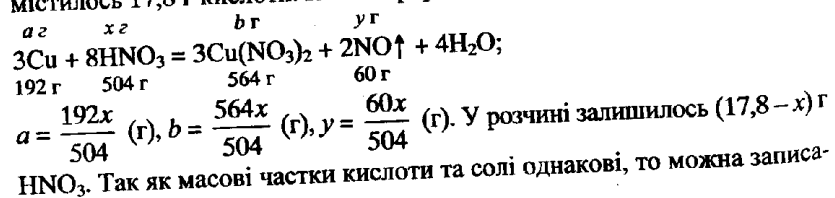
$$m(\text{Zn}) = 100 - 30,11 = 69,89 \text{ (г)}. w(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{сум.})} = \frac{69,9}{100} = 0,699 = 69,9\%.$$

9.43.  $W = \frac{m(\text{реч.})}{m(\text{р-ну})}$ . Припустимо, що нейтралізували 100 г хлоридної кислоти, у якій містилось 20 г  $\text{HCl}$ .



$$\text{становить } 100 + 306,8 = 406,8 \text{ (г)}. W(\text{KCl}) = \frac{40,82}{406,8} = 0,1, \text{ або } 10\%.$$

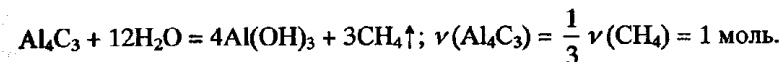
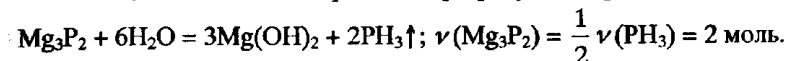
9.44. Припустимо, що використали 100 г розчину нітратної кислоти, у якому містилось 17,8 г кислоти. Нехай прореагувало  $x$  г кислоти.



$$\text{ти: } (17,8-x) = \frac{564x}{504}. \text{ Звідси } x = 8,4 \text{ (г)}. m(\text{Cu}) = \frac{192 \cdot 8,4}{504} = 3,2 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{NO}) = \frac{8,4 \cdot 60}{504} = 1,0 \text{ (г)}. \text{ Маса одержаного розчину становить } 100 + 3,2 - 1 = 102,2 \text{ (г)}. \text{ Маса кислоти в одержаному розчині дорівнює } 17,8 - 8,4 = 9,4 \text{ (г)}. W(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{р-ну})} = \frac{9,4}{102,2} = 0,092, \text{ або } 9,2\%.$$

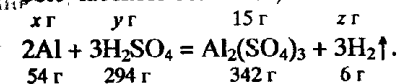
9.45.  $\varphi(\text{PH}_3) : \varphi(\text{CH}_4) = \nu(\text{PH}_3) : \nu(\text{CH}_4) = 4 : 3$ . Припустимо, що утворилось 4 моль  $\text{PH}_3$  та 3 моль  $\text{CH}_4$ . Проведемо розрахунки за рівняннями реакцій:



$$m(\text{Mg}_3\text{P}_2) = \nu M = 2 \cdot 134 = 268 \text{ (г)}. m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 144 \text{ г}. m(\text{сум.}) = 268 + 144 = 412 \text{ (г)}. w(\text{Mg}_3\text{P}_2) = \frac{m(\text{Mg}_3\text{P}_2)}{m(\text{сум.})} = \frac{268}{412} = 0,65 = 65\%. w(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{144}{412} = 0,35 = 35\%.$$

1 спосіб.

Припустимо, що утворилось 100 г розчину алюміній сульфату з масовою часткою солі 15%, тобто із вмістом речовини 15 г.



$$\text{Звідси } x = 2,37 \text{ (г)}, y = 12,89 \text{ (г)}, z = 0,26 \text{ (г)}. m(\text{Al}) + m(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = m(\text{р-ну солі}) + m(\text{H}_2). \text{ Звідси } m(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = 100 + 0,26 - 2,37 =$$

$$97,89 \text{ (г)}. W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{12,89}{97,89} = 0,132, \text{ або } 13,2\%.$$

2 спосіб.

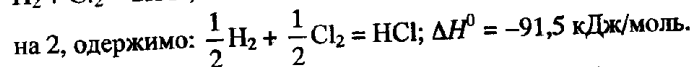
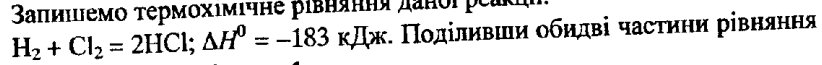
Припустимо, що утворилось 100 г розчину алюміній сульфату, у якому міститься 15 г солі.  $m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 15 = 85 \text{ (г)}$ . З рівняння реакції (див. 1 спосіб)  $y = 12,89 \text{ (г)}$ .  $m(\text{р-ну H}_2\text{SO}_4) = 85 + 12,89 = 97,89 \text{ (г)}$ .

$$W(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{12,89}{97,89} = 0,132, \text{ або } 13,2\%.$$

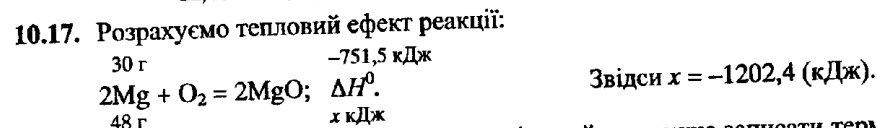
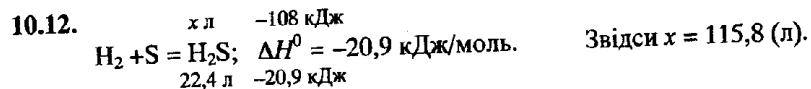
10.1.  $\nu(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_m} = \frac{9,18}{22,4} = 0,4098 \text{ (моль)}$ . Обчислимо тепловий ефект реакції:  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ ;  $\Delta H^0 = -75 \text{ кДж}$ . Звідси  $x = -183 \text{ (кДж)}$ .



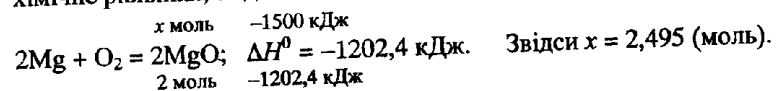
Запишемо термохімічне рівняння даної реакції:



Отже, теплота утворення HCl становить  $-91,5 \text{ кДж/моль.}$

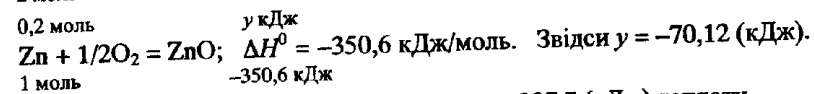
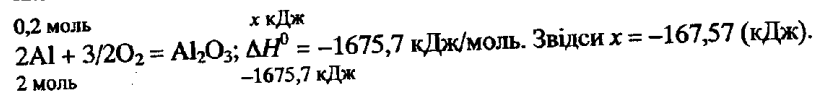


Так як тепловий ефект реакції уже відомий, то можна записати термохімічне рівняння, за допомогою якого розрахувати масу магній оксиду:

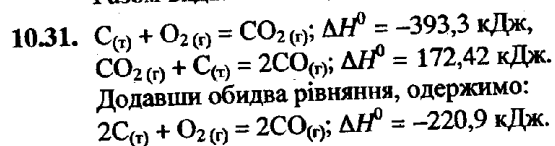


$$m(\text{MgO}) = Mv = 40 \cdot 2,495 = 99,8 \text{ (г).}$$

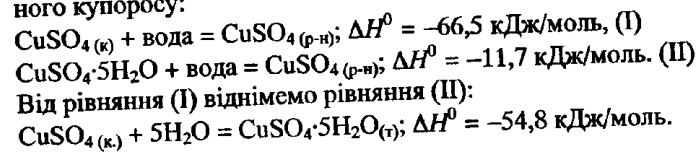
10.19. Припустимо, що суміш містить по  $x$  моль Al та Zn. Тоді можна записати:  $27x + 65x = 18,4$ . Звідси  $x = 0,2 \text{ (моль).}$  Отже, суміш містила по 0,2 моль металів. Рівняння реакцій:  $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$ . Поділимо кожну частину рівняння на 2 і запишемо термохімічні рівняння:



Разом виділилось  $70,12 + 167,57 = 237,69 \approx 237,7 \text{ (кДж) теплоти.}$



10.38. Запишемо схеми розчинення безводного купрум (II) сульфату та мідного купоросу:



11.1. Позначивши концентрації вихідних речовин A та B через  $a$  моль/л та  $b$  моль/л, запишемо кінетичне рівняння реакції:  $v = ka^3b$ . Стиснення газової суміші у 3 рази приведе до збільшення концентрацій реагуючих речовин у 3 рази, а тому  $v_1 = (3a)^3 \cdot 3b$ . Отже, швидкість збільшиться в  $\frac{v_1}{v} = \frac{81ka^3b}{ka^3b} = 81 \text{ (раз).}$

11.3. Припустимо, що вихідні концентрації CO та Cl<sub>2</sub> становлять відповідно  $a$  моль/л та  $b$  моль/л. Запишемо кінетичне рівняння реакції:  $v = kab$ . Після підвищення концентрацій вихідних речовин у 2 рази одержимо  $v_1 = k \cdot 2a \cdot 2b$ . Швидкість зросте в  $\frac{v_1}{v} = \frac{4kab}{kab} = 4 \text{ (рази).}$

11.4. Якщо вихідні концентрації H<sub>2</sub> та I<sub>2</sub> становлять відповідно  $a$  моль/л та  $b$  моль/л, то можна записати кінетичне рівняння:  $v = kab$ . Припустимо, що для збільшення швидкості реакції у 25 разів тиск у системі необхідно збільшити в  $x$  разів.

$$\text{Тоді } v_1 = k \cdot xa \cdot xb. \frac{v_1}{v} = \frac{kx^2ab}{kab} = x^2. 25 = x^2. \text{ Звідси } x = 5.$$

11.9.  $\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = \gamma^{\frac{80-50}{10}}$ . Звідси  $\gamma = 3$ .

11.17.  $\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2-t_1}{10}} = 3^{\frac{60-40}{10}} = 9$ . Реакція закінчиться за  $\frac{13}{9} = 1,44 \text{ (хв.).}$

11.19.  $\Delta C(\text{Cl}_2) = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ (моль/л). } C(\text{Cl}_2) = 1,6 - 1 = 0,6 \text{ (моль/л).}$  Концентрація хлору зменшиться в  $\frac{1,6}{0,6} = 2,67 \text{ (разів).}$

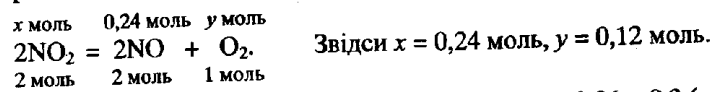
11.27.  $\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}. 2,25 = 1,5^{\frac{\Delta t}{10}}. \frac{\Delta t}{10} = 2. \Delta t = 20.$

11.29. За рівнянням реакції синтезу амоніаку розрахуємо кількості речовин N<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>, витрачених на добування 1 моль NH<sub>3</sub>:



Тоді вихідні концентрації азоту та водню становили:  
 $C(\text{N}_2) = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ (моль/л), } C(\text{H}_2) = 1,5 + 1,5 = 3 \text{ (моль/л).}$

- 11.30. За відомою рівноважною концентрацією нітроген монооксиду розрачуємо кількість речовини витраченого нітроген діоксиду та кількість речовини кисню, яка утворилась:



Тоді вихідна концентрація  $\text{NO}_2$  становила  $0,24 + 0,06 = 0,3$  (моль/л).

$$K = \frac{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0,24^2 \cdot 0,12}{0,06^2} = 1,92.$$

- 11.34. Припустимо, що прореагувало  $x$  моль  $\text{CO}$ . З рівняння реакції  $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_2_{(г)} + \text{H}_2_{(г)}$  випливає, що з  $x$  моль  $\text{CO}$  прореагує  $x$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  і утвориться по  $x$  моль  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2$ . Тоді рівноважні концентрації становитимуть:  $[\text{CO}] = (3-x)$  моль/л,  $[\text{H}_2\text{O}] = (3-x)$  моль/л,  $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = x$  моль/л.  $K = \frac{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$ ,  $0,51 = \frac{x^2}{(3-x)^2}$ . Звідси  $x \approx 1,25$  (моль/л).

$$[\text{CO}] = [\text{H}_2\text{O}] = (3 - 1,25) = 1,75 \text{ (моль/л)}.$$

- 11.35. Під час реакції додатково утворилось  $1,8 - 1 = 0,8$  (моль) речовини С та деяка кількість речовини D. За рівнянням реакції розрахуємо кількості речовин А та В, які були витрачені на утворення С та D:  
 $\nu(\text{A}) = \nu(\text{B}) = \nu(\text{C}) = 0,8$  моль.  $\nu(\text{D}) = 2\nu(\text{C}) = 1,6$  (моль).  
 Тоді:  $[\text{A}] = 1 - 0,8 = 0,2$  (моль/л),  $[\text{B}] = 0,2$  моль/л,  $[\text{C}] = 1,8$  моль/л,  
 $[\text{D}] = 1 + 1,6 = 2,6$  (моль/л).  $K = \frac{1,8 \cdot 2,6^2}{0,2 \cdot 0,2} = 304,2$ .

- 11.41. У момент рівноваги прореагує  $0,5 \cdot 0,2 = 0,1$  (моль)  $\text{NO}$ . З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{NO}) = 0,05$  моль,  $\nu(\text{NOCl}) = \nu(\text{NO}) = 0,1$  (моль).  
 Тоді:  $[\text{NO}] = 0,5 - 0,1 = 0,4$  (моль/л),  $[\text{Cl}_2] = 0,2 - 0,05 = 0,15$  (моль/л),  
 $[\text{NOCl}] = 0,1$  моль/л.

$$K = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2 \cdot [\text{Cl}_2]} = \frac{0,1^2}{0,4^2 \cdot 0,15} = 0,42.$$

- 11.42.  $\nu = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{\nu}{V}$ .  $\nu(\text{NO}) = \frac{90}{30} = 3$  (моль),  $C(\text{NO}) = \frac{3}{20} = 0,15$  (моль/л).

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{100}{32} = 3,125 \text{ (моль)}, C(\text{O}_2) = \frac{3,125}{20} = 0,156 \text{ (моль/л)}.$$

Отже, початкова швидкість реакції становитиме:  $v = k \cdot 0,15^2 \cdot 0,156 = 0,00351k$ . Кількість речовини  $\text{NO}$ , яку добавили, становить:

$$\nu(\text{NO}) = \frac{20}{30} = 0,6667 \text{ (моль)}. C_1(\text{NO}) = \frac{3 + 0,6667}{20} = 0,1833 \text{ (моль/л)}.$$

$$\nu_1 = k \cdot 0,1833^2 \cdot 0,156 = 0,00524. \frac{\nu_1}{\nu} = \frac{k \cdot 0,00524}{k \cdot 0,00351} = 1,5$$

- 11.43. У момент настання рівноваги розклалось  $8 \cdot 0,4 = 3,2$  (моль)  $\text{COCl}_2$ . З рівняння реакції випливає:  $\nu(\text{CO}) = \nu(\text{Cl}_2) = \nu(\text{COCl}_2) = 3,2$  (моль). Тоді:  $[\text{COCl}_2] = 8 - 3,2 = 4,8$  (моль/л),  $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 3,2$  моль/л.

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{3,2 \cdot 3,2}{4,8} = 2,13. \text{ Загальна кількість речовин в одержаній системі становитиме } 2 \cdot 3,2 + 4,8 = 11,2 \text{ (моль).}$$

Тиск у посудині зросте в  $\frac{11,2}{8} = 1,4$  (разу).

- 12.19.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} \downarrow + 7\text{H}_2\text{O}$ ,

$$\nu(\text{S}) = \frac{m(\text{S})}{M(\text{S})} = \frac{22,4}{32} = 0,7 \text{ (моль)}.$$

$$\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = 3\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}, \nu(\text{SO}_2) = 3\nu(\text{S}) = 0,7 \cdot 3 = 2,1 \text{ (моль)},$$

$$V(\text{SO}_2) = \nu(\text{SO}_2) \cdot V_m = 2,1 \cdot 22,4 = 47 \text{ (л)}.$$

$$\text{S} + 2\text{HNO}_3 \text{ (розб.)} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}, \nu(\text{NO}) = 2\nu(\text{S}) = 1,4 \text{ моль},$$

$$V(\text{NO}) = \nu(\text{NO}) \cdot V_m = 1,4 \cdot 22,4 = 31,4 \text{ (л)}.$$

- 12.20.  $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , (I)  
 $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ , (II)  
 $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ , (III)  
 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ . (IV)

$$\nu = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \nu(\text{BaSO}_4) = \frac{302,9}{233} = 1,3 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{BaSO}_4) = 1,3 \text{ (моль)}. \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{SO}_2) = 1,3 \text{ моль}.$$

Припустимо, що за реакцією (I) утворилось  $x$  моль  $\text{SO}_2$ . Тоді за реакцією (II) утворилось  $(1,3 - x)$  моль  $\text{SO}_2$ .

$$a \text{ моль} \quad x \text{ моль} \quad b \text{ моль} \quad (1,3 - x) \text{ моль}$$



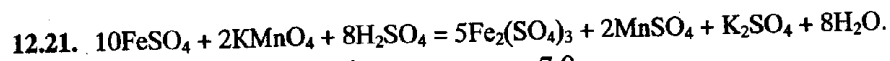
$$1 \text{ моль} \quad 2 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль}$$

$$a = 0,5x \text{ (моль)}, \quad b = \frac{1,3 - x}{3} \text{ (моль)}.$$

$$12 = 12 \cdot 0,5x + \frac{32 \cdot (1,3 - x)}{3}. \text{ Звідси } x = 0,4 \text{ моль}.$$

$$\nu(\text{C}) = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ (моль)}. m(\text{C}) = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{S}) = 12 - 2,4 = 9,6 \text{ (г)}. w(\text{S}) = \frac{9,6}{12} = 0,8, \text{ або } 80\%.$$

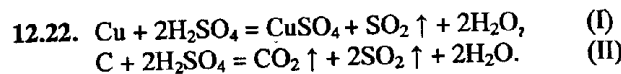


$$\nu = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \nu(\text{KMnO}_4) = \frac{7,9}{158} = 0,05 \text{ (моль)}.$$

З рівняння реакції випливає:

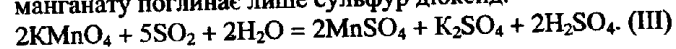
$$\nu(\text{FeSO}_4) = \frac{10 \cdot 0,05}{2} = 0,25 \text{ (моль)}. m(\text{FeSO}_4) = 0,25 \cdot 152 = 38 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 50 - 38 = 12 \text{ (г)}. w(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{12}{50} = 0,24, \text{ або } 24\%.$$



$$\nu = \frac{V}{V_m}; \nu = \frac{m}{M}; w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}. \nu(\text{сум.}) = \frac{15,68}{22,4} = 0,7 \text{ (моль)}.$$

Суміш містить карбон діоксид та сульфур діоксид. Розчин калій перманганату поглинає лише сульфур діоксид:



З рівняння (III):  $\nu(\text{SO}_2) = \frac{5 \cdot 0,22}{2} = 0,55 \text{ (моль)}$ . Припустимо, що за

реакцією (II) утворилось  $x$  моль  $\text{SO}_2$ . Тоді за реакцією (I) утворилось

$(0,55 - x)$  моль  $\text{SO}_2$ . З рівняння (II) випливає:  $\nu(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{SO}_2) = 0,5x$ .

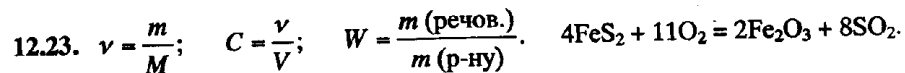
$0,7 = x + 0,55 - x + 0,5x$ , звідки  $x = 0,3 \text{ (моль)}$ .

$\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{SO}_2) = 0,55 - 0,3 = 0,25 \text{ моль}$ .  $m(\text{Cu}) = 0,25 \cdot 64 = 16 \text{ (г)}$ .

$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,5 \cdot 0,3 = 0,15 \text{ (моль)}$ .  $m(\text{C}) = 0,15 \cdot 12 = 1,8 \text{ (г)}$ .

$m(\text{сум.}) = 16 + 1,8 = 17,8 \text{ (г)}$ .

$w(\text{C}) = \frac{1,8}{17,8} = 0,1011$ , або  $10,11\%$ ,  $w(\text{Cu}) = 100 - 10,11 = 89,89 \text{ (\%)}$ .



$$\nu(\text{FeS}_2) = \frac{48}{120} = 0,4 \text{ (моль)}. \nu(\text{SO}_2) = 2\nu(\text{FeS}_2) = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ (моль)}.$$

$\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ (моль)}$ .  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ (моль)}$ .

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ . Кількість речовини

$\text{H}_2\text{SO}_4$ , що прореагувала, становить  $\frac{0,8}{3} = 0,2667 \text{ (моль)}$ .

$\nu(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = \nu(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,2667 \text{ моль}$ . Не прореагувало  $0,3 - 0,2667 = 0,0333 \text{ (моль)}$  кислоти. При дисоціації кислоти утворилось  $0,0333 \text{ моль}$

йонів  $\text{SO}_4^{2-}$ , а при дисоціації  $\text{K}_2\text{SO}_4$  утворилось  $0,2667 \text{ моль}$  йонів  $\text{SO}_4^{2-}$ . Так як з  $1 \text{ моль}$   $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  виділяється  $3 \text{ моль}$  йонів  $\text{SO}_4^{2-}$ , то з  $0,2667 \text{ моль}$   $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  виділилось  $3 \cdot 0,2667 = 0,8001 \text{ (моль)}$  сульфат-йонів. Загальна кількість йонів  $\text{SO}_4^{2-}$  становить:  $0,0333 + 0,2667 + 0,8001 = 1,1 \text{ (моль)}$ .  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ . З рівняння випливає, що на осадження  $1,1 \text{ моль}$   $\text{SO}_4^{2-}$  витратиться  $1,1 \text{ моль}$  солі барію.

$$m(\text{BaCl}_2) = 208 \cdot 1,1 = 228,8 \text{ (г)}. m(\text{р-ну BaCl}_2) = \frac{228,8}{0,1} = 2288 \text{ (г)}.$$

13.3.  $m(\text{Cu}) = \frac{I \cdot M_{\text{екв.}}}{F} = \frac{25 \cdot 5 \cdot 32}{26,8} = 149,3 \text{ (г)}$ .  $\eta(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})_{\text{практ.}}}{m(\text{Cu})_{\text{теор.}}} = \frac{125}{149,3} = 0,837 = 83,7\%$ .

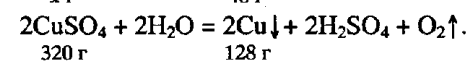
13.10.  $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}; \nu_{\text{екв.}} = \frac{m}{M_{\text{екв.}}}; M_{\text{екв.}} = \frac{M}{n}$ , де  $n$  — кількість електронів, які

приєднує окисник чи віддає відновник.  $m(\text{O}_2) = \frac{2,8 \cdot 32}{22,4} = 4 \text{ (г)}$ .

$$M_{\text{екв.}}(\text{O}_2) = \frac{32}{4} = 8 \text{ (г/моль)}. \nu_{\text{екв.}}(\text{O}_2) = \frac{4}{8} = 0,5. \nu_{\text{екв.}}(\text{O}_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Me}).$$

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me})}{M_{\text{екв.}}(\text{Me})}, 0,5 = \frac{16,25}{M_{\text{екв.}}(\text{Me})}, M_{\text{екв.}}(\text{Me}) = 32,5 \text{ (г/моль)}.$$

13.12. Розрахуємо масу солі, що розклалась:



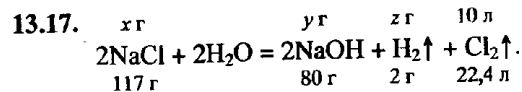
$$x = 120 \text{ (г)}. m(\text{дом.}) = 150 - 120 = 30 \text{ (г)}. w(\text{дом.}) = \frac{m(\text{дом.})}{m(\text{сум.})} = \frac{30}{150} = 0,2 = 20\%.$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V\rho = 750 \cdot 1 = 750 \text{ (г)}. m(\text{р-ну CuSO}_4) = 150 + 750 = 900 \text{ (г)}. W(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{120}{900} = 0,133, \text{ або } 13,3\%.$$

13.13.  $M_{\text{екв.}} = \frac{M}{n}; \nu_{\text{екв.}} = \frac{m}{M_{\text{екв.}}}$ .  $\nu_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \nu_{\text{екв.}}(\text{I}_2)$ .  $M_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \frac{64}{2} = 32 \text{ (г/моль)}$ .

$$M_{\text{екв.}}(\text{I}) = \frac{254}{2} = 127 \text{ (г/моль)}. \frac{m(\text{Cu})}{M_{\text{екв.}}(\text{Cu})} = \frac{m(\text{I}_2)}{M_{\text{екв.}}(\text{I}_2)}. \frac{6,25}{32} = \frac{m(\text{I}_2)}{127}$$

$$m(\text{I}_2) = \frac{6,25 \cdot 127}{32} = 24,8 \text{ (г)}.$$



Звідси  $x = 52,23$  (г),  $y = 35,71$  (г),  $z = 0,893$  (г).  $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$ . Звідси маса

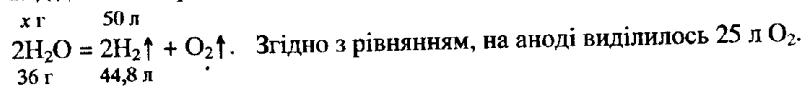
хлору, який виділився, становить  $\frac{VM}{V_m} = \frac{10 \cdot 71}{22,4} = 31,7$  (г). У вихідно-

му розчині містилось  $mW = 200 \cdot 0,4 = 80$  (г) солі. Після закінчення електролізу в розчині залишилось  $80 - 52,23 = 27,77$  (г) NaCl. Маса одержаного розчину становитиме  $200 - 0,893 - 31,7 = 167,41$  (г).

$$W(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{р-ну})} = \frac{27,77}{167,41} = 0,166, \text{ або } 16,6\%.$$

$$W(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m(\text{р-ну})} = \frac{35,71}{167,41} = 0,213, \text{ або } 21,3\%.$$

13.22. Під дією електричного струму розкладається лише вода.



$$x = \frac{36 \cdot 50}{44,8} = 40,2 \text{ (г)}. m(\text{р-ну}) = 300 - 40,2 = 259,8 \text{ (г)}. m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = mW =$$

$$= 300 \cdot 0,1 = 30 \text{ (г)}. W(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{р-ну})} = \frac{30}{259,8} = 0,12 = 12\%.$$

13.23.  $\rho = \frac{m}{V}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ .  $m(\text{р-ну NaOH}) = 1219$  г.  $m(\text{NaOH}) =$

$= 1219 \cdot 0,2 = 243,8$  (г).  $W_1(\text{NaOH}) = 20 \cdot 1,4 = 28$  (%). Маса лугу не змінилась, бо відбувся електроліз лише води. Знаючи масову частку лугу,

можна розрахувати масу утвореного розчину.  $0,28 = \frac{243,8}{m(\text{р-ну})}$ . Звідси

$$m(\text{р-ну}) = \frac{243,8}{0,28} = 870,7 \text{ (г)}. \text{Розклалось } 1219 - 870,7 = 348,3 \text{ (г) води.}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{348,3}{18} = 19,35 \text{ (моль)}. \text{При електролізі води виділилась така}$$

ж кількість речовини водню та  $\frac{1}{2} \cdot 19,35 = 9,675$  (моль)  $\text{O}_2$ .

$$m(\text{H}_2) = 2 \cdot 19,35 = 38,7 \text{ (г)}. m(\text{O}_2) = 32 \cdot 9,675 = 309,6 \text{ (г)}.$$

13.25.  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $v = \frac{V}{V_m}$ . Так як відбувся електроліз води і

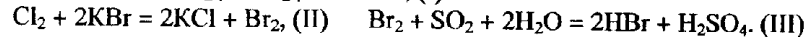
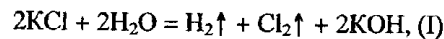
виділилось 180 г газів ( $\text{H}_2$  та  $\text{O}_2$ ), то згідно із законом збереження маси речовин можна стверджувати, що маса води, яка розклалась, дорівнює 180 г. В утвореному розчині міститься  $400 \cdot 0,2 = 80$  (г)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

$$m(\text{р-ну}) = 400 - 180 = 220 \text{ (г)}. W_1(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{80}{220} = 0,364, \text{ або } 36,4\%.$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{180}{18} = 10 \text{ (моль)}. 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow. \text{З рівняння випливає:}$$

$$v(\text{H}_2) = v(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ моль}. V(\text{H}_2\text{O}) = 10 \cdot 22,4 = 224 \text{ (л)}. V(\text{O}_2) = 112 \text{ л}.$$

13.32.  $v = \frac{V}{V_m}$ ;  $v = \frac{m}{M}$ ;  $W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}$ ;  $\rho = \frac{m}{V}$ .



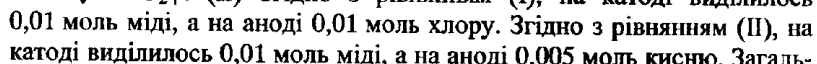
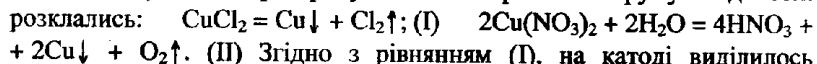
$$v(\text{SO}_2) = \frac{8,064}{22,4} = 0,36 \text{ (моль)}. \text{З рівнянь I, II та III випливає: } v(\text{KCl}) =$$

$$= 2v(\text{SO}_2) = 2 \cdot 0,36 = 0,72 \text{ (моль)}. m(\text{KCl}) = 74,5 \cdot 0,72 = 53,64 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{р-ну KCl}) = \frac{53,64}{0,1} = 536,4 \text{ (г)}. V(\text{р-ну KCl}) = \frac{536,4}{1,04} = 515,8 \text{ (мл)}.$$

13.33.  $v = \frac{m}{M}$ ;  $C = \frac{v}{V}$ .  $v(\text{CuCl}_2) = \frac{2,7}{135} = 0,02$  (моль).  $v(\text{AgNO}_3) = 0,2 \cdot 0,1 =$

$= 0,02$  (моль).  $\text{CuCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . Згідно з рівнянням реакції, 0,01 моль  $\text{CuCl}_2$  прореагував з 0,02 моль  $\text{AgNO}_3$  і при цьому утворилось 0,01 моль  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . У розчині залишилось  $0,02 - 0,01 = 0,01$  (моль)  $\text{CuCl}_2$ . При пропусканні електричного струму обидві солі розклались:



$$m(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,02 = 1,28 \text{ (г)}. m(\text{Cl}_2) = 71 \cdot 0,01 = 0,71 \text{ (г)},$$

$$m(\text{O}_2) = 32 \cdot 0,005 = 0,16 \text{ (г)}.$$

13.36.  $It = Fv_{\text{екв.}}$ ;  $v_{\text{екв.}} = \frac{m}{M_{\text{екв.}}}$ ;  $M_{\text{екв.}} = \frac{M}{n}$ .  $M_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \frac{64}{2} = 32$  г/моль.

$$M_{\text{екв.}}(\text{Cl}_2) = \frac{71}{2} = 35,5 \text{ г/моль}. M_{\text{екв.}}(\text{Hg}) = \frac{201}{2} = 100,5 \text{ г/моль}.$$

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{металів}) = \frac{10 \cdot 1}{26,8} = 0,373 \text{ (моль)}. \text{ Спочатку відбувається електроліз}$$

меркурій (II) хлориду:  $\text{HgCl}_2 = \text{Hg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ .

$$\nu(\text{Hg}) = \nu(\text{HgCl}_2) = 0,1 \text{ (моль)}. m(\text{Hg}) = 201 \cdot 0,1 = 20,1 \text{ (г)}.$$

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{Hg}) = \frac{20,1}{100,5} = 0,2 \text{ (моль)}. \nu_{\text{екв.}}(\text{Cl}_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Hg}) = 0,2 \text{ (моль)}.$$

Далі відбувається електроліз купрум (II) хлориду:  $\text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{Cl}_2 \uparrow$ .

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = 0,373 - 0,2 = 0,173 \text{ (моль)}. m(\text{Cu}) = 32 \cdot 0,173 = 5,54 \text{ (г)}.$$

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{Cl}_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = 0,173 \text{ (моль)}. \text{ Разом хлору виділилось } 0,2 + 0,173 = 0,373 \text{ (моль)}. m(\text{Cl}_2) = 0,373 \cdot 35,5 = 13,24 \text{ (г)}.$$

$$13.37. W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \nu = \frac{m}{M}. m(\text{KCl}) = 2000 \cdot 0,2 = 400 \text{ (г)}. \nu(\text{Cl}_2) = \frac{PV}{RT} = \frac{150 \cdot 30}{8,31 \cdot 273} = 1,9836 \text{ (моль)}. 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{KOH}.$$

Розклалось  $1,9836 \cdot 2 = 3,9672$  (моль) солі. Маса солі, що розклалась, становить  $74,5 \cdot 3,9672 = 295,6$  (г). У розчині залишилось  $400 - 295,6 = 104,4$  (г) KCl. Утворилось  $3,9672 \cdot 56 = 222,2$  (г) KOH.

$$m(\text{H}_2) = 2 \cdot 1,9836 = 3,97 \text{ (г)}. m(\text{Cl}_2) = 71 \cdot 1,9836 = 140,8 \text{ (г)}.$$

Маса утвореного розчину становить  $2000 - 3,97 - 140,8 = 1855,2$  (г).

$$W(\text{KCl}) = \frac{104,4}{1855,2} = 0,056 = 5,6\%. W(\text{KOH}) = \frac{222,2}{1855,2} = 0,12 = 12\%.$$

$$13.38. It = F\nu_{\text{екв.}}; M_{\text{екв.}} = \frac{M}{n}; C = \frac{\nu}{V}. \nu_{\text{екв.}}(\text{металів}) = \frac{0,201 \cdot 12}{26,8} = 0,09 \text{ (моль)}.$$

Припустимо, що виділилось  $x$  моль еквівалентів міді та  $(0,09 - x)$  моль еквівалентів цинку.

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{CuCl}_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = x \text{ моль}. \nu_{\text{екв.}}(\text{ZnCl}_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Zn}) = (0,09 - x) \text{ моль}.$$

$$M_{\text{екв.}}(\text{CuCl}_2) = \frac{135}{2} = 67,5 \text{ (г/моль)}. M_{\text{екв.}}(\text{ZnCl}_2) = \frac{136}{2} = 68 \text{ (г/моль)}.$$

Складемо рівняння:  $67,5x + 68 \cdot (0,09 - x) = 6,1$ . Звідси  $x = 0,04$ .

$$\text{Тоді } \nu(\text{CuCl}_2) = \frac{1}{2} \nu_{\text{екв.}}(\text{CuCl}_2) = 0,02 \text{ (моль)}, \nu(\text{ZnCl}_2) = \frac{1}{2} \nu_{\text{екв.}}(\text{ZnCl}_2) =$$

$$= \frac{0,09 - 0,04}{2} = 0,025 \text{ (моль)}.$$

$$C(\text{CuCl}_2) = \frac{0,02}{0,5} = 0,04 \text{ (моль/л)}, C(\text{ZnCl}_2) = \frac{0,025}{0,5} = 0,05 \text{ (моль/л)}.$$

$$13.39. It = F\nu_{\text{екв.}}; M_{\text{екв.}} = \frac{M}{n}; C = \frac{\nu}{V}. \nu_{\text{екв.}}(\text{металів}) = \frac{5,36 \cdot 0,5}{26,8} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

$$M_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = \frac{64}{2} = 32 \text{ (г/моль)}, M_{\text{екв.}}(\text{Ag}) = \frac{108}{1} = 108 \text{ (г/моль)}. \text{ Припус-}$$

тимо, що виділилось  $x$  моль еквівалентів міді і  $(0,1 - x)$  моль еквівалентів срібла. Тоді  $4,72 = 32x + 108 \cdot (0,1 - x)$ . Звідси  $x = 0,08$ .

$$\nu_{\text{екв.}}(\text{Cu(NO}_3)_2) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Cu}) = 0,08 \text{ моль}. \nu_{\text{екв.}}(\text{AgNO}_3) = \nu_{\text{екв.}}(\text{Ag}) = 0,1 - 0,08 =$$

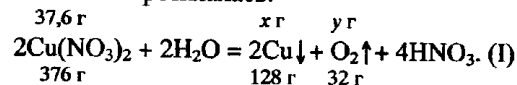
$$= 0,02 \text{ (моль)}. \nu(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{1}{2} \nu_{\text{екв.}}(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ (моль)},$$

$$\nu(\text{AgNO}_3) = \nu_{\text{екв.}}(\text{AgNO}_3) = 0,02 \text{ моль}.$$

$$C(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ (моль/л)}, C(\text{AgNO}_3) = \frac{0,02}{0,4} = 0,05 \text{ (моль/л)}.$$

$$13.54. W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \nu = \frac{m}{M}. m(\text{солі}) = 470 \cdot 0,08 = 37,6 \text{ (г)}. \nu(\text{солі}) = \frac{37,6}{188}$$

$= 0,2$  (моль). Зміна маси розчину становить  $470 \cdot 0,0417 = 19,6$  (г). Маса утвореного розчину становить  $470 - 19,6 = 450,4$  (г). Перевіримо, чи вся сіль розклалась:



Звідси  $x = 12,8$  (г),  $y = 3,2$  (г). Отже, якби розклалась тільки сіль, то зміна маси розчину становила б  $12,8 + 3,2 = 16$  (г). Так як зміна маси становить  $19,6$  (г), то це свідчить про те, що після закінчення електролізу солі почався електроліз води:  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ . (II) Маса води, яка

розклалась, становить  $19,6 - 16 = 3,6$  (г), що відповідає  $\frac{3,6}{18} = 0,2$  (моль).

На катоді при цьому виділилось  $0,2 \cdot 2 = 0,4$  (г)  $\text{H}_2$ , а на аноді  $0,1$  моль  $\text{O}_2$ . За реакцією (I) на аноді виділилось  $0,1$  моль  $\text{O}_2$ .  $m(\text{O}_2) = (0,1 + 0,1) \cdot 32 = 6,4$  (г). Кислоти утворилось  $0,2 \cdot 2 = 0,4$  (моль).  $m(\text{HNO}_3) = 0,4 \cdot 63 = 25,2$  (г).  $m_1(\text{р-ну}) = 470 - 19,6 = 450,4$  (г).

$$W(\text{HNO}_3) = \frac{25,2}{450,4} = 0,056, \text{ або } 5,6\%.$$

$$13.55. W = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{р-ну})}; \nu = \frac{m}{M}; C = \frac{\nu}{V}. m(\text{AgNO}_3) = 204 \cdot 0,1 = 20,4 \text{ (г)}.$$

$$\nu(\text{AgNO}_3) = \frac{20,4}{170} = 0,12 \text{ (моль)}. 4\text{AgNO}_3 - 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Ag} \downarrow + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{HNO}_3.$$

Якщо відбувся повний електроліз солі, то  $m(\text{Ag}) = 0,12 \cdot 108 = 12,96$  (г), а  $m(\text{O}_2) = 0,03 \cdot 32 = 0,96$  (г). Тоді зміна маси розчину становить  $13,92$  г.

Так як згідно з умовою зміна маси становить 9,28 г, то можна зробити висновок, що не вся сіль розклалась. Припустимо, що виділилось  $x$  моль  $O_2$ . Тоді срібла утворилось  $4x$  моль.

Складемо рівняння:  $4x \cdot 108 + 32x = 9,28$ . Звідси  $x = 0,02$  (моль).

$m(\text{Ag}) = 0,02 \cdot 4 \cdot 108 = 8,64$  (г),  $m(O_2) = 0,02 \cdot 32 = 0,64$  (г). Не прореагувало  $0,12 - 0,08 = 0,04$  (моль)  $\text{AgNO}_3$ .  $m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 0,04 = 6,8$  (г).

$m_1(\text{р-ну}) = 204 - 9,28 = 194,72$  (г). Утворилось  $0,08 \cdot 63 = 5,04$  (г)  $\text{HNO}_3$ .

$W(\text{HNO}_3) = \frac{5,04}{194,72} = 0,026 = 2,6\%$ .  $W(\text{AgNO}_3) = \frac{6,8}{194,72} = 0,035 = 3,5\%$ .

З рівняння реакції  $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 = 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$  випливає, що на розчинення 0,08 моль  $\text{Ag}$  витратиться 0,1067 моль  $\text{HNO}_3$ .

У 300 мл 2 М розчину нітратної кислоти міститься  $0,3 \cdot 2 = 0,6$  (моль) кислоти. Отже, цього розчину кислоти вистачить на розчинення металу, який виділився під час електролізу.

## Список рекомендованої літератури

1. Адамович Т. П., Васильева Г. И., Попкович Г. А., Улазова А. Р. Сборник упражнений и усложненных задач с решениями по химии. — Минск: Вышэйшая школа, 1979. — 253 с.
2. Амірханов В. М. Білодід О. І. та інші. Хімія: завдання і тести. — К.: Школяр, 2000. — 512 с.
3. Веденяпин А. М. Решение расчетных задач по химии. — М.: Просвещение, 1972. — 159 с.
4. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М. Загальна хімія. — К.: Вища школа, 1991. — 429 с.
5. Дайнеко В. И. Как научить школьников решать задачи по органической химии. — М.: Просвещение, 1987. — 158 с.
6. Луцевич Д. Д., Березан О. В. Конспект-довідник з хімії. — К.: Вища школа, 1997. — 237 с.
7. Магдесиева Н. Н., Кузьменко Н. Е. Учись решать задачи по химии. — М.: Просвещение, 1986. — 158 с.
8. Пилипенко А. Т., Починок В. Я., Серета И. П., Шевченко Ф. Д. Справочник по элементарной химии. — К.: Наукова думка, 1985. — 559 с.
9. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. — К.: Перун, 1998. — 479 с.
10. Серета І. П. Конкурсні задачі з хімії. — К.: Вища школа, 1995. — 255 с.
11. Староста В. І. Олімпіадні задачі та їх розв'язання. — К., Либідь, 1996. — 91 с.
12. Сухан В. В., Табенська Т. В., Капустян А. Й., Горлач В. Ф. Посібник для вступників до вузів. Хімія. — К.: Либідь, 1993. — 406 с.
13. Хомченко Г. П. Посібник з хімії для вступників до вузів. — К.: Ваклер, 1999. — 480 с.
14. Хомченко И. Г. Общая химия. М.: Новая Волна, 1999. — 463 с.
15. Холин Ю. В., Слета Л. А. Репетитор по химии. — Харьков: Фолио, 1998. — 395 с.

## Відповіді

1.1. 0,5 моль. 1.2. 7 г. 1.3. 166,4 г. 1.4. 0,56 моль. 1.5.  $3,01 \cdot 10^{24}$ . 1.6. 79 л. 1.7. 39 г.  
 1.8. а) 28 л; б) 112 л. 1.9.  $9,03 \cdot 10^{24}$ . 1.10. а) 0,2 г; б) 500 г. 1.11. 4,48 л.  
 1.12. а) 5 моль; б)  $3,01 \cdot 10^{24}$  молекул,  $6,02 \cdot 10^{24}$  атомів. 1.13. а) 1,75 моль; б) 39,2 л;  
 в)  $1,054 \cdot 10^{24}$  молекул,  $2,107 \cdot 10^{24}$  атомів. 1.14. а) 53,25 г; б) 16,8 л; в)  $4,515 \cdot 10^{23}$   
 молекул,  $9,03 \cdot 10^{23}$  атомів. 1.15. а) 0,25 моль; б)  $3,0 \cdot 10^{23}$  атомів; в) 7 г; г) 5,6 л.  
 1.16. 2567 г. 1.18. 11. 1.19. 32 г/моль. 1.20. 112 л. 1.21. а)  $2,99 \cdot 10^{23}$  г; б)  $2,99 \cdot 10^{22}$  г.  
 1.22.  $6,02 \cdot 10^{23}$ . 1.23.  $3,01 \cdot 10^{23}$ . 1.24.  $3,612 \cdot 10^{22}$ . 1.25. 0,083 моль. 1.26.  $1,18 \cdot 10^{21}$  г.  
 1.27. а)  $5,375 \cdot 10^{25}$  молекул,  $1,075 \cdot 10^{26}$  атомів; б)  $2,68 \cdot 10^{19}$  молекул,  $5,36 \cdot 10^{19}$  атомів.  
 1.28. 0,33 моль. 1.29. 28 г/моль. 1.30.  $1,34 \cdot 10^{22}$ . 1.31.  $1,48 \cdot 10^{24}$ . 1.32. 1,5 моль.  
 1.33. а) 24,8 г; б) 13,44 л. 1.34. 61,1%. 1.35. а) 31,27 г; б) 0,91%  $O_2$ , 2%  $N_2$ ,  
 97,09%  $NH_3$ . 1.36. 50 г. 1.37. а) в 10 г  $N_2$ ; б) однакова. 1.38.  $9,7 \text{ м}^3$ . 1.39. 44,8 л.  
 1.40.  $5,65 \cdot 10^{-23}$  г. 1.41. 6,7 г. 1.42. 27,3 л. 1.43. 1,82 г. 1.44. а) 0,11 г; б) 50,2 г;  
 в) 631 г; г) 375 г. 1.45. не суперечить. 1.46. 66,7%  $Cl_2$ , 33,3%  $H_2$ . 1.47. 50%.  
 1.48. 493 л. 1.49. 10,05 г. 1.50. 24,5 г. 1.51. 1,52 г; 1,17. 1.52. 5,6 л. 1.53. 48 г/моль;  
 1,66. 1.54. 67,1%. 1.55. 607 г. 1.56. 29,3%. 1.57. 42,6%. 1.58. 0,5; 0,5. 1.59. 10 л  $CO$ ,  
 2 л  $NH_3$ . 1.60. 71 г/моль. 1.61. 15,04%  $CO_2$ , 67,23%  $O_2$ , 17,73%  $N_2$ . 1.62. 16,5 г.  
 1.63. 10 : 1. 1.64. 32%. 1.65. 74,81%  $CO$ , 25,19%  $CO_2$ . 1.66. 0,96 г. 1.67. 96 л  $NH_3$ ,  
 24 л  $H_2$ . 1.68. 292,4 г. 1.69. 896 л. 1.70. 13,7 г. 1.71. 12%  $CO_2$ , 23%  $N_2$ , 65%  $Ar$ .  
 1.72. 97%  $H_2$ , 3%  $N_2$ . 1.73. 90 г. 1.74. 11,2 л. 1.75. підтверджують. 1.76. 42,6 г  $P_2O_5$ ,  
 18 г  $SiO_2$ . 1.77. 1,08 моль. 1.78.  $5,418 \cdot 10^{23}$ . 1.79.  $4,7 \cdot 10^{24}$ . 1.80.  $3,01 \cdot 10^{23}$ . 1.81. 52,63%.  
 1.82. 45,76%. 1.83. 44 г/моль. 1.84. 20. 1.85. в 3,4 разу. 1.86.  $2,408 \cdot 10^{23}$ . 1.87. у 6 разів.  
 2.1. 0,35; 0,32; 0,23; 0,39. 2.2. 1:1. 2.3. 55,9%. 2.4. 21:8. 2.5. 2,04%  $H$ , 32,65%  $S$ ,  
 65,31%  $O$ . 2.6. 14,2 г. 2.7. 9,6 г. 2.8. а) 27:4; б) 10:3:12. 2.9.  $HCl$ . 2.10. Куприт.  
 2.11. а) 0,17 моль; б) 0,05 моль; в) 0,03 моль. 2.12. 28,6 кг. 2.13. 4,6 т. 2.14. 9,6 г.  
 2.15. 8,96 г. 2.16. 160 г. 2.17. 80 г. 2.18. а) 6,3 г; б) 21,6 г. 2.19. 34,4 г. 2.20. 32,14%.  
 2.21. 252 кг. 2.22. Нітроген. 2.23. Фосфор. 2.24. 90%. 2.25. 66 кг. 2.26. 0,0352 кг  $P$ .  
 2.27. 21,5%. 2.28. 351 г. 2.29. 292,5 г. 2.30. а) 18,6 кг; б) 136,1 т; в)  $5,7 \text{ м}^3$ .  
 2.31. а)  $1,12 \text{ м}^3$ ; б) 4,9 кг. 2.32. 15,6 кг. 2.33. 62,1 г. 2.34. 20,2 кг. 2.35. 1470 кг.  
 2.36. а) 56,25 г; б)  $2,24 \text{ м}^3$ ; в)  $3,36 \text{ см}^3$ . 2.37. 58,82%. 2.38. 91,04%. 2.39. 40,8%.  
 2.40. 54 кг. 2.41. 66,5%; 1,33 т. 2.42. 13,7%; 15,5%. 2.43. 73,4 кг. 2.44. 8,84 кг.  
 2.45. 77 кг, 122 кг. 2.46. 43%. 2.47. 1,3 т. 2.48. 29,7%. 2.49. 2,94 т. 2.50. 60,9%.  
 2.51. 58,5%. 2.52. 24,5%. 2.53. 13,5%. 2.54. 33,46%. 2.55. 0,865 г. 2.56. 71,31%.  
 2.57. 63,66%. 2.58. 1,6%. 2.59. 2%. 2.60. 3,55 г. 2.61. 12,63%. 2.62. 5,8%.  
 2.63. а) 29,7%; б) 43,4%. 2.64. 2589 кг. 2.65. 77,8%.  
 3.1.  $P_2O_5$ . 3.2.  $SiO_2$ . 3.3.  $H_3PO_4$ . 3.4.  $CO_2$ . 3.5.  $CaSO_4$ . 3.6.  $CuSO_4$ . 3.7.  $H_2CO_3$ .  
 3.8.  $P_2S_3$ . 3.9.  $C_2H_2$ . 3.10.  $C_4H_{10}$ . 3.11.  $C_4H_8$ . 3.12. а)  $Na_2SO_4$ ; б)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ;  
 в)  $K_2Cr_2O_7$ ; г)  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . 3.13.  $C_2H_6O$ . 3.14.  $MgO$ . 3.15.  $CH_3COOH$ . 3.16. а)  $Cl_2O_7$ ;  
 б)  $Mg_2P_2O_7$ ; в)  $K_2SO_4$ . 3.17.  $Fe_3O_4$ . 3.18.  $C_6H_7N$ . 3.19.  $H_2SO_3$ . 3.20.  $Fe_2O_3$ .  
 3.21. а)  $Mg_3N_2$ ; б)  $Al_4C_3$ . 3.22.  $CH_2O$ . 3.23.  $CO(NH_2)_2$ . 3.24.  $CH_4$ . 3.25.  $C_6H_{12}O_6$ .  
 3.26.  $C_3H_6$ . 3.27.  $CS_2$ . 3.28.  $C_6H_{12}$ . 3.29.  $C_2H_2O_4$ . 3.30.  $N_2H_4$ . 3.31.  $Al_4C_3$ .

3.32.  $H_2S$ . 3.33.  $C_2N_2$ . 3.34.  $C_3H_6$ . 3.35.  $C_2H_6S$ . 3.36.  $N_2H_4$ . 3.37.  $C_4H_8$ .  
 3.38.  $C_2H_6O$ . 3.39.  $C_6H_6$ . 3.40.  $(CuOH)_2CO_3$ . 3.41.  $C_6H_5COONa$ . 3.42.  $C_3H_7NO_2$ .  
 3.43.  $C_4H_8$ . 3.44.  $Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2$ . 3.45.  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ . 3.46.  $Na_3AlF_6$ .  
 3.47.  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ . 3.48.  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ . 3.49.  $C_2H_4O_2$ . 3.50.  $NaBr \cdot 2H_2O$ .  
 3.51.  $C_3H_{12}$ . 3.52.  $C_8H_8O_2$ . 3.53.  $N_2H_4$ . 3.54.  $Na_3AlF_6$ . 3.55.  $SiH_4$ . 3.56. 134,8 мл.  
 3.57.  $CH_3NH_2$ . 3.58.  $C_2H_5NO_2$ . 3.59.  $KHSO_3$ . 3.60.  $Ca(H_2PO_4)_2$ . 3.61.  $Al(HCO_3)_3$ .  
 3.62.  $Mg(HSO_4)_2$ . 3.63.  $(NH_4)_2HPO_4$ . 3.64.  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ .  
 4.1. Хром. 4.2.  $CuO$ . 4.3.  $CaCl_2$ . 4.4. Алюміній. 4.5.  $Zn(NO_3)_2$ . 4.6. Магній.  
 4.7. 9 г/моль. 4.8. Сульфур. 4.9. 20 г/моль. 4.10. Цинк. 4.11.  $Zn$ ; 32,5 г/моль.  
 4.12. 32 г/моль. 4.13.  $Ca(OH)_2$ . 4.14. Магній. 4.15. 12 г/моль. 4.16. 63 г/моль.  
 4.17. Магній. 4.18.  $Ca(OH)_2$ . 4.19. цинк, 32,5 г/моль. 4.20. 32 г/моль.  
 4.21. 32 г/моль; 40 г/моль. 4.22. 32 г/моль; 112 л  $SO_2$ . 4.23. 9 г/моль.  
 4.24. 98 г/моль. 4.25. кадмій. 4.26. а) 52,7 г/моль; б) 158 г/моль. 4.27. а) 63 г/моль;  
 б) 7,9 г/моль. 4.28. а) 16,3 г/моль; б) 49 г/моль; в) 49 г/моль; г) 12,25 г/моль.  
 4.29. 17,3 г/моль. 4.30. 1,58 г; 31,6 г/моль. 4.31. мідь; 32 г/моль. 4.32. срібло,  
 108 г/моль. 4.33. 15 г/моль; 25 г/моль. 4.34. 0,6%. 4.35. 7 г/моль. 4.36. 15,2 г.  
 4.37. 0,032 г; 50 мл.  
 5.39. 48. 5.43. Фосфор. 5.44.  $Cl$ . 5.50. Арсен. 5.51. Силіцій. 5.52. Кальцій.  
 5.55. Арсен. 5.56. Натрій, Хлор. 5.57. Оксиген, Сульфур;  $OF_2$ . 5.59.  $Ga(OH)_3$ .  
 5.60.  $CO_2$ . 5.61. Германій. 5.78.  $Mg_3N_2$ ,  $Si_3N_4$ . 5.79. А — Алюміній, В — Сульфур.  
 5.80. А — Алюміній, В — Карбон;  $Al(OH)_3$  та  $CH_4$ . 5.82. 72,5%. 5.83.  $^{26}Mg$ .  
 5.84. 90%  $^{20}Ne$ , 10%  $^{22}Ne$ . 5.85. 24,32. 5.86. а) 77,35%; б) 7,99%. 5.87. 12,01.  
 5.88. 117,3 г. 5.89.  $^{228}Ac$ . 5.91.  $^{14}N$ . 5.93.  $^{28}_{14}Si$ . 5.95.  $1,195 \cdot 10^{12}$   $\alpha$ -частинок.  
 5.96. А —  $Al$ , Б —  $Si$ , В —  $Cl$ . 5.97.  $Al$ . 5.98. 24,33. 5.99.  $^{234}U$ . 5.100. 3,8 діб.  
 5.101. 182,4 діб. 5.102. 28 років. 5.103. 3,5 г. 5.104.  $5,418 \cdot 10^{25}$ . 5.105. 33,3%  $CO$ ;  
 66,7%  $CO_2$ . 5.106.  $3,16 \cdot 10^{25}$ .  
 6.1.1. 40,2 г. 6.1.2. 12 т. 6.1.3. 13,4 л. 6.1.4. 11,2 л. 6.1.5. 4,48 л. 6.1.6. 14,2 г.  
 6.1.7. 11,2 л. 6.1.8. 4,48 л. 6.1.9. 1,2 моль. 6.1.10. не вистачить. 6.1.11. 0,86 кг.  
 6.1.12. 22 г. 6.1.13. 65,7 г. 6.1.14. 162,5 г. 6.1.15. не вистачить. 6.1.16. 2,8 л.  
 6.1.17. 2,16 кг. 6.1.18. а) 168 л; б) 373 л; в) 1867 л; г)  $4,7 \text{ м}^3$ . 6.1.19. вистачить.  
 6.1.20. 10 г. 6.1.21. 2,8 л. 6.1.22. 16,8 л. 6.1.23. 24,64 л. 6.1.24.  $36 \text{ м}^3$ .  
 6.1.25. 1,12 л. 6.1.26. 16,8 л. 6.1.27. 1,792 л. 6.1.28. 320  $\text{м}^3$ . 6.1.29. 39,2 л.  
 6.1.30. 16,2 г. 6.1.31. 10,08 л; не вистачить. 6.1.32. 89,6 л. 6.1.33. 20,16 л.  
 6.1.34. 448 л. 6.1.35.  $24,64 \text{ м}^3$ . 6.1.36. 9,856 л. 6.1.37. 216 г. 6.1.38. 144,5 л.  
 6.1.39. 104,4 г. 6.1.40. 156 г. 6.1.41. 0,72 моль. 6.1.42. 0,3 моль. 6.1.43. 26,88 л.  
 6.1.44. 21,28 г. 6.1.45. 41,66 л. 6.1.46. не вистачить. 6.1.47. вистачить. 6.1.48. 9,856 л.  
 6.1.49. 0,4 моль. 6.1.50. не вистачить. 6.1.51. 2,85 л. 6.1.52.  $41,6 \text{ м}^3$ . 6.1.53. 16%.  
 6.1.54. 15,64 л. 6.1.55.  $71 \text{ м}^3$ . 6.1.56. 5,5%. 6.1.57. 14,6%. 6.1.58. 35,84 л.  
 6.1.59. 89,6 л. 6.1.60. 98,48%. 6.1.61. 6,1%. 6.1.62. 43,68 л. 6.1.63. 5,76 кг.  
 6.1.64. 195 кг. 6.1.65.  $14147 \text{ м}^3$ . 6.1.66.  $8,96 \text{ м}^3$ . 6.1.67. 40,3 л. 6.1.68. 82%.  
 6.1.69. 10 т. 6.1.70. 52,6 г. 6.1.71. 20%. 6.1.72. 4089 г. 6.1.73. 134,4 л  $CO_2$ ; 22,4 л  $O_2$ ;

85,7% CO<sub>2</sub>, 14,3% O<sub>2</sub>. 6.1.74. 400 мл, 50% O<sub>2</sub>. 6.1.75. 6,72 л. 6.1.76. а) кисень; б) 20 л; в) 1,79 моль; г) 32 г. 6.1.77. 2,02 л. 6.1.78. 16 г NH<sub>3</sub>; 5,4 г Ca(OH)<sub>2</sub>. 6.1.79. а) кисень; б) 64 г O<sub>2</sub>; в) 6 моль; г) 108 г. 6.1.80. а) 4,48 л; б) 50 л; в) 79%. 6.1.81. 2,24 л. 6.1.82. 16,1 г; 6,2 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 6.1.83. 9,32 г. 6.1.84. а) сірка; б) 15 г; в) 27,4 г; г) 54,7% Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, 45,3% S. 6.1.85. 1,4 г. 6.1.86. а) кисень; б) 0,0134 моль CO<sub>2</sub>, 0,0067 моль H<sub>2</sub>O. 6.1.87. а) 44 г; б) 8 г S; в) 15% S, 85% FeS. 6.1.88. 8,55 г MgCl<sub>2</sub>; 16,28 Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 6.1.89. 37,2 г. 6.1.90. 33,6 г. 6.1.91. 186,4 г; Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>. 6.1.92. 43,4 г. 6.1.93. 9,856 л. 6.1.94. 13,44 л. 6.1.95. 149,6 г KHSO<sub>4</sub>. 6.1.96. 10,5 г NaHS. 6.1.97. 18 кг. 6.1.98. 80,64 м<sup>3</sup>. 6.1.99. 172 г. 6.1.100. 89,2%. 6.1.101. 86,7%. 6.1.102. 84,6%. 6.1.103. 89,3%. 6.1.104. 75%. 6.1.105. 10,8 л. 6.1.106. 5,376 л. 6.1.107. 84,7кг. 6.1.108. 83,7%. 6.1.109. 30%. 6.1.110. 83,3%. 6.1.111. 175,6 г. 6.1.112. 40,73 л. 6.1.113. 420,5 м<sup>3</sup>. 6.1.114. 0,46 т. 6.1.115. 2,22 л. 6.1.116. 11,2 л H<sub>2</sub>; 5,6 л O<sub>2</sub>. 6.1.117. 77,5%. 6.1.118. 50%. 6.1.119. 58,5 кг. 6.1.120. Кисла. 6.1.121. 20,16 л. 6.1.122. 439,3 мл. 6.1.123. 8,8 кг. 6.1.124. 89,3%. 6.1.125. 43,5 г. 6.1.126. 8,68 г; 1,17 г Na<sub>2</sub>S; 5,95 г NaNO<sub>3</sub>. 6.1.127. 8,64 г; 7,56 г Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 6.1.128. 8,4 л. 6.1.129. 14,85 кг. 6.1.130. 3,43 г. 6.1.131. 233 г. 6.1.132. 3,6 г. 6.1.133. 25,6 г. 6.1.134. 85,7%. 6.1.135. 48 г. 6.1.136. 42,8 г. 6.1.137. 54 г. 6.1.138. 15,68 л. 6.1.139. 62,4 г. 6.1.140. 18,2 г. 6.1.141. 13,1 мл.

6.2.1. 9,4 г K<sub>2</sub>O, 3,1 г Na<sub>2</sub>O. 6.2.2. 9,4 г K<sub>2</sub>O, 3,1 г Na<sub>2</sub>O. 6.2.3. 3,3%. 6.2.4. 50%. 6.2.5. 4 г. 6.2.6. 54% Mg, 46% Ag. 6.2.7. 2,4 г Mg, 8,0 г MgO. 6.2.8. 13 г. 6.2.9. 3,3 г CO<sub>2</sub>, 1,4 г CO. 6.2.10. 1,25 г CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 1,39 г FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O. 6.2.11. 27,9%. 6.2.12. 94,8% Al, 5,2% Cu. 6.2.13. 73%. 6.2.14. 20% CaO, 80% CuO. 6.2.15. 33,7%. 6.2.16. 78%. 6.2.17. 8,1 г ZnO, 2,6 г Zn. 6.2.18. 60,8%. 6.2.19. 3,6 г NaN, 4 г KN. 6.2.20. 5,6 г Fe, 10,8 г Al. 6.2.21. 9,3%. 6.2.22. 2,8 г Fe, 2,7 г Al. 6.2.23. 38,58% Cu(OH)<sub>2</sub>, 61,42% Al(OH)<sub>3</sub>. 6.2.24. 2,8 г Fe, 4,64 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 0,56 г Cu. 6.2.25. 43,5 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 8,55 г Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. 6.2.26. 16 г Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 46,4 г Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. 6.2.27. 24,3% Al, 75,7% Si. 6.2.28. 84,7% Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, 15,3% Al. 6.2.29. 53,1%. 6.2.30. 15,9%. 6.2.31. 18,85% Mg, 62,83% Cu, 18,32% Fe. 6.2.32. 79,7% Al, 12,7% Ag, 7,6% Cu. 6.2.33. 47,6% MgO, 16,7% Si, 35,7% SiO<sub>2</sub>. 6.2.34. 38,1% Fe, 34,7% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 27,2% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 6.2.35. 25,4% KI, 74,6% KCl. 6.2.36. 39,4 г K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>, 17,4 г MnO<sub>2</sub>, 16,8 г CaO. 6.2.37. 0,2 моль FeSO<sub>4</sub>, 0,03 моль Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. 6.2.38. 8,6% Cu, 75,7% Fe, 15,7% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. 6.2.39. а) 7,5 г KCl, 52,2 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 27,6 г K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; б) 0,125 моль/л KCl, 0,25 моль/л K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0,375 моль/л K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 6.2.40. 55% FeCl<sub>3</sub>, 45% AlCl<sub>3</sub>. 6.2.41. а) BaSO<sub>4</sub>; б) 59,5% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 40,5% K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>. 6.2.42. 83,3%. 6.2.43. 7,19% Cu, 48,54% Al, 44,27% Au. 6.2.44. 4,9 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,94 г Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; 0,5 моль/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,05 моль/л Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 6.2.45. 43 моль.

6.3.1. 3,5 г. 6.3.2. 5,9 г. 6.3.3. 322 г. 6.3.4. 3,2 г. 6.3.5. 23,6 г. 6.3.6. а) зменшитися на 7,7 г; б) 12,2% Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 6.3.7. 40г. 6.3.8. 0,85 г. 6.3.9. збільш. на 3,5 г. 6.3.10. 24 г. 6.3.11. 5,7 г. 6.3.12. 54,5 г. 6.3.13. а) 39,55 г; б) 61 г; в) 1,5 моль/л. 6.3.14. 5,11 г. 6.3.15. 33,4%. 6.3.16. 9,4 г. 6.3.17. а) 10,8 г; б) 13 г. 6.3.18. 11,1 г. 6.3.19. 35 г. 6.3.20. зменш. на 0,15 г. 6.3.21. збільш. на 0,6 г. 6.3.22. 10%.

6.3.23. а) 12 г; б) 0,32. 6.3.24. 21,3 г. 6.3.25. а) 10 г; б) 46,9 мл. 6.3.26. а) 56%; б) 132 мл. 6.3.27. 9,9% CuCl<sub>2</sub>, 19,3% FeCl<sub>2</sub>. 6.3.28. 14,8 г. 6.3.29. збільш. на 11,4 г. 6.3.30. збільш. на 44,9 г. 6.3.31. Цинк. 6.3.32. 0,216 г Ag, 0,414 г Pb. 6.3.33. 518,6 мл. 6.3.34. 35 мл. 6.3.35. 5,1 г.

6.4.1. X — NH<sub>3</sub>, X<sub>1</sub> — KOH або K<sub>2</sub>O, X<sub>2</sub> — NaOH або Na<sub>2</sub>O. 6.4.3. а) 17,4 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; б) 1,15 г NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub>; в) 18,95 г BaOHCl; г) 11,2 г NaHS. 6.4.4. X — KOH, X<sub>1</sub> — CO<sub>2</sub>, X<sub>2</sub> — H<sub>2</sub>O, X<sub>3</sub> — LiOH, X<sub>4</sub> — Zn. 6.4.5. а) 0,71 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; б) 28,8 г FeOHCl<sub>2</sub>, 11,7 г NaCl; в) 108 г BaOHNO<sub>3</sub>; г) 16,8 г NaHS; д) 264 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; е) 16,8 г NaHCO<sub>3</sub>; є) 60 г KHSO<sub>4</sub>; ж) 1,275 г LiCl, 3,525 г ZnOHCl. 6.4.6. 816 г KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 348 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6.4.7. 492 г Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 284 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6.4.8. 115 г NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 264 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6.4.9. 223,5 г KCl, 117,5 г ZnOHCl. 6.4.10. 213 г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 120 г NaHSO<sub>4</sub>. 6.4.11. 7,1 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 6 г NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6.4.12. 16,8 г NaHCO<sub>3</sub>. 6.4.13. 7,1 г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 6 г NaHSO<sub>4</sub>. 6.4.14. 4,3 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 8,4 г NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6.4.15. 6,8 г KHSO<sub>4</sub>. 6.4.16. 6,36 г K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 5,22 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6.4.17. 9,3 г Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 5,44 г CaHPO<sub>4</sub>. 6.4.18. 129,5 г Ba(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 197 г BaCO<sub>3</sub>. 6.4.19. 24 г NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 7,2%. 6.4.20. 3,58 л. 6.4.21. 22,4 л. 6.4.22. 65,92 г. 6.4.23. 15,68 л. 6.4.24. 39,13%, 66,81%. 6.4.25. 373 г. 6.4.26. 190 мл. 6.4.27. 1,29 г K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 2,42 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. 6.4.28. 504 г. 6.4.29. 94,44 г. 6.4.30. 24,5%, 7%. 6.4.31. 39,6 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 103,5 г NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6.4.32. 456 г. 6.4.33. 7,2 л. 6.4.34. 115 мл. 6.4.35. 190 г CaHPO<sub>4</sub>, 93,6 г Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. 6.4.36. 67 г. 6.4.37. 24,64 л. 6.4.38. 84 г. 6.4.39. 16,3%, 11,2%. 6.4.40. 50%. 6.4.41. 15,7 г. 6.4.42. 12 л. 6.4.43. 15,5 г. 6.4.44. 33,1 г Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 23,3 г BaHPO<sub>4</sub>. 6.4.45. 55,2 г K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 40 г KHCO<sub>3</sub>. 6.4.46. C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. 6.4.47. 1,96 г H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 14,4 г NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6.4.48. 3,7% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 9% NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. 6.4.49. 12% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1,5% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.

7.1.1. 10%. 7.1.2. 1260 г. 7.1.3. 488 г. 7.1.4. 60 г. 7.1.5. 2 : 3. 7.1.6. 150 г р-ну NaCl та 450 г H<sub>2</sub>O. 7.1.7. 536 мл. 7.1.8. 5 : 28. 7.1.9. по 5 л. 7.1.10. 35%. 7.1.11. 23,3%. 7.1.12. 86 л. 7.1.13. 1,13%. 7.1.14. 8,8%. 7.1.15. 23,3%. 7.1.16. 40%. 7.1.17. а) 17,3%; б) 17,4%. 7.1.18. 263 г. 7.1.19. 200 мл. 7.1.20. 200 г. 7.1.21. 292 г та 438 г. 7.1.22. 312 мл. 7.1.23. 145 г та 155 г. 7.1.24. 1800 г. 7.1.25. 170 мл. 7.1.26. 13,3%. 7.1.27. 0,12%. 7.1.28. 0,75 моль/л. 7.1.29. 2 моль/л. 7.1.30. 15%. 7.1.31. 2,2%. 7.1.32. 2,7 л. 7.1.33. 1,2 л. 7.1.34. 1,05 моль/л. 7.1.35. 0,53 моль/л. 7.1.36. 12 мл. 7.1.37. 7,1%. 7.1.38. 23,4%. 7.1.39. 367 г, 113 г. 7.1.40. 93,75 г. 7.1.41. 19,3 л. 7.1.42. 40 мл. 7.1.43. 41,2%. 7.1.44. 37%. 7.1.45. 12%. 7.1.46. а) 3,7%; б) 24%. 7.1.47. 12,5 мл. 7.1.48. 12 мл. 7.1.49. 64 мл, 136 г. 7.1.50. 13:37. 7.1.51. 0,52 моль/л. 7.1.52. 300 мл, 900 мл. 7.1.53. 177 г. 7.1.54. 31,6 г. 7.1.55. 5:11. 7.1.56. 30 мл. 7.1.57. 7. 7.1.58. 42,4 г, 457,6 г. 7.1.59. 98,8 г. 7.1.60. 320 г, 380 мл. 7.1.61. 146 г. 7.1.62. 8:45. 7.1.63. 33,3 г. 7.1.64. CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O. 7.1.65. 1,9:1. 7.1.66. 10:8. 7.1.67. 27%. 7.1.68. 267 мл. 7.1.69. 13%. 7.1.70. 63,6%. 7.1.71. 34,7%.

7.2.1. 30,7%. 7.2.2. 1,01%. 7.2.3. 129 мл. 7.2.4. 17,61%. 7.2.5. 95,6 г. 7.2.6. 44,8 мл. 7.2.7. а) 9,13%; б) 12,97%. 7.2.8. 0,17% CaCl<sub>2</sub>, 1,52% NaCl. 7.2.9. 20,4% NaOH. 7.2.10. 0,25%. 7.2.11. 37,8 мл. 7.2.12. 4,866%. 7.2.13. 22,34%. 7.2.14. 26%. 7.2.15. 101 мл. 7.2.16. 17,7 мл. 7.2.17. 949 мл. 7.2.18. 107 мл. 7.2.19. 15,2%. 7.2.20. 17 мл. 7.2.21. а) 5,96% HCl, 1,08% HNO<sub>3</sub>; б) 9,29% NaCl, 15,8% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.



7.2.22. 2,42 л. 7.2.23. 10% KCl, 5,1% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 7.2.24. 28,7 г. 7.2.25. 14,3 г.  
7.2.26. 885 г. 7.2.27. 195 г. 7.2.28. 1211 г. 7.2.29. 39% KCl. 7.2.30. 227,5 г.  
7.2.31. 162 г. 7.2.32. 38,1 г. 7.2.33. 124 г, 176 г. 7.2.34. 9,8 г. 7.2.35. 671 мл.  
7.2.36. 29,4 г AgCl; 74,9%. 7.2.37. 9,1%; 1,4 л. 7.2.38. 56%. 7.2.39. 2,06% Ba(OH)<sub>2</sub>,  
1,45% Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 1,27% Ba(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. 7.2.40. 42% KHSO<sub>4</sub>. 7.2.41. 333 мл. 7.2.42. 12,5%.  
7.2.43. 0,9 г. 7.2.44. 11,1 моль. 7.2.45. 33,6% HNO<sub>3</sub>. 7.2.46. 402 г. 7.2.47. а) 1,5 моль/л  
KOH, 0,5 моль/л Ba(OH)<sub>2</sub>; б) 15,3 г BaO. 7.2.48. 7,1% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 7.2.49. 19,3 мл.  
7.2.50. 43% KOH, 57% KNO<sub>2</sub>. 7.2.51. 47%. 7.2.52. 100 : 57. 7.2.53. 74,9%.  
7.2.54. 0,67 моль/л HCl, 1,33 моль/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.2.55. 1,3 моль/л Ba(OH)<sub>2</sub>, 0,8 моль/л  
FeCl<sub>3</sub>. 7.2.56. 15,3 г Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 7.2.57. 52,8 г. 7.2.58. 2,3 г KHS. 7.2.59. 7,8% NaCl.  
7.2.60. 19%. 7.2.61. 73 г; 6,7%. 7.2.62. 723 г. 7.2.63. 7,3% HCl, 26,1% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
7.2.64. 30,9 мл.  
7.3.1. 9,8% SO<sub>3</sub>. 7.3.2. 93,3%. 7.3.3. 88,6%. 7.3.4. 81,2% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.3.5. 88% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
7.3.6. 34%. 7.3.7. 97% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.3.8. 45%. 7.3.9. 66,7 г. 7.3.10. 29,2%. 7.3.11. 27 мл.  
7.3.12. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.3.13. 60%. 7.3.14. 512 г. 7.3.15. 845 мл. 7.3.16. 118 г. 7.3.17. 6,67 мл.  
7.3.18. 34,7 мл. 7.3.19. 1690 г. 7.3.20. 6,95 мл. 7.3.21. 18,4%. 7.3.22. 240 кг, 160 кг.  
7.3.23. 4753 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 89,7% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.3.24. 75% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 7.3.25. 1,08 моль H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
1,23 моль H<sub>2</sub>O. 7.3.26. 133 мл. 7.3.27. 1422 г. 7.3.28. 5933 г. 7.3.29. 659,3 г.  
7.3.30. 152,7 г. 7.3.31. а) 45,6% SO<sub>3</sub>, 54,4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; б) 1200 г. 7.3.32. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 95%.  
7.3.33. 232 г. 7.3.34. 50 г. 7.3.35. 12,9 мл. 7.3.36. 2,1 кг; 3,5 кг. 7.3.37. 87% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
7.3.38. 2,65 л; 2,35 л. 7.3.39. 12,6 кг. 7.3.40. 35 г. 7.3.41. 666 кг; 998 м<sup>3</sup>.  
7.3.42. 45,6%. 7.3.43. 142 мл. 7.3.44. 8,67% SO<sub>3</sub>. 7.3.45. 907 г. 7.3.46. 89,2 г.  
7.3.47. 24,24 кг; 13 л. 7.3.48. 83,4%; 545 г. 7.3.49. 292 г. 7.3.50. 2,44 моль. 7.3.51. 47 г.  
7.4.1. 110 г. 7.4.2. 74,5 г. 7.4.3. 72,9 г; 1560 г CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 1360 г H<sub>2</sub>O. 7.4.4. 37,4 г.  
7.4.5. 0,17. 7.4.6. 19,4%. 7.4.7. 10,27 г. 7.4.8. 36 г. 7.4.9. 201 г. 7.4.10. 67 г.  
7.4.11. 45,5 г. 7.4.12. 12,8%; 14,7 г. 7.4.13. б) 46 г; в) 451 г; г) 874 г; д) 29,6%.  
7.4.14. 56 г; 836 г, 1493 г. 7.4.15. 36,8%. 7.4.16. 26,8%. 7.4.17. 58,7 г. 7.4.18. 8,7·10<sup>12</sup>.  
7.4.19. 73,1 г; 780,7 г. 7.4.20. 98,2 г. 7.4.21. 54,4 г; 1974 г, 646,5 мл. 7.4.22. 76 г.  
7.4.23. 1950 г; 950 г, 1000 мл. 7.4.24. 7,8 г. 7.4.25. 6686 г. 7.4.26. а) 1,57 г/мл;  
б) 89,2 г. 7.4.27. 57,3 л. 7.4.28. 587 г. 7.4.29. 1461 г. 7.4.30. 1226 г. 7.4.31. 1305 г,  
250 мл. 7.4.32. 3793 г. 7.4.33. 1) 116,3 г; 2) 24,8%; 3) 8,9%. 7.4.34. 30,8 г.  
7.4.35. 44,1 г. 7.4.36. 50 г, 75 г. 7.4.37. 120 г. 7.4.38. 62,6 г. 7.4.39. 14,4 г. 7.4.40. 60,5 г.  
7.5.1. 2,3 моль/л. 7.5.2. 14,3%. 7.5.3. 2,3 моль/л. 7.5.4. 46,7%. 7.5.5. 1,225 г/см<sup>3</sup>.  
7.5.6. 665 мл. 7.5.7. 20,8 г; 136 г. 7.5.8. 39,4%. 7.5.9. 7,4%. 7.5.10. 10%. 7.5.11. 400 мл.  
7.5.12. 17 мл. 7.5.13. 253 мл. 7.5.14. 8 л. 7.5.15. 12%. 7.5.16. 3677 мл. 7.5.17. 1,4 л.  
7.5.18. 455 мл. 7.5.19. 1,35 моль/л. 7.5.20. 5,8 моль/л. 7.5.21. 58 мл. 7.5.22. 35,8%.  
7.5.23. 567 г. 7.5.24. 0,018 моль/л. 7.5.25. 14,52 моль/л. 7.5.26. 16,32 моль/л.  
7.5.27. 19,7 г. 7.5.28. 1235 г. 7.5.29. K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>·1,5H<sub>2</sub>O.  
7.6.1. 467. 7.6.2. 444. 7.6.3. 180. 7.6.4. 0,016 моль/л. 7.6.5. 0,02 моль/л. 7.6.6. 2000.  
7.6.7. 7,5·10<sup>20</sup>. 7.6.8. 1803. 7.6.9. 150. 7.6.10. 201. 7.6.11. 0,67. 7.6.12. 5951.  
7.6.13. 7264. 7.6.14. 200. 7.6.15. 0,1 моль/л, 0,05 моль/л. 7.6.16. 0,0013 моль/л.  
7.6.17. 287,7 г. 7.6.18. 0,05 моль/л. 7.6.19. 0,246 моль/л. 7.6.20. 0,2%. 7.6.21. 0,06.

7.6.22. 0,96 г. 7.6.23. 0,01. 7.6.24. 1,5·10<sup>-3</sup> моль/л. 7.6.25. 6,12%. 7.6.26. 0,07 моль/л.  
7.6.27. 3,99%. 7.6.28. 6,9·10<sup>-4</sup>. 7.6.29. 0,04. 7.6.30. 5,53·10<sup>22</sup>. 7.6.31. 13,3%.  
7.6.32. 3,6·10<sup>-7</sup>. 7.6.33. 12. 7.6.34. 2,3·10<sup>-5</sup>. 7.6.35. 4,9·10<sup>-8</sup>. 7.6.36. 0,02 моль/л.  
7.6.37. 0,1.

8.1.1. 16. 8.1.2. а) 63,6%; б) 25,8%. 8.1.3. 1,12. 8.1.4. 4,7. 8.1.5. а) 80% CH<sub>4</sub>,  
20% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>; б) 71,1% CH<sub>4</sub>, 28,9% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>. 8.1.6. 60,6% CO<sub>2</sub>, 39,4% CO. 8.1.7. 17.  
8.1.8. 1,03. 8.1.9. 18,75. 8.1.10. 1,26. 8.1.11. 77,4% O<sub>2</sub>, 22,6% N<sub>2</sub>. 8.1.12. 21,6.  
8.1.13. 2:5. 8.1.14. 3,73 м<sup>3</sup>. 8.1.15. 47,6 л. 8.1.16. 16,4; 76 л. 8.1.17. 168 л.  
8.1.18. 90,7 дм<sup>3</sup> N<sub>2</sub>, 29,3 дм<sup>3</sup> CO. 8.1.19. 14,5. 8.1.20. а) 94,4 г KMnO<sub>4</sub>, 16,9 г MgCO<sub>3</sub>;  
б) 40,25% CO<sub>2</sub>, 59,75% O<sub>2</sub>. 8.1.21. а) 50% NO<sub>2</sub>, 50% O<sub>2</sub>; б) 1,34. 8.1.22. а) 8,96;  
б) 80,8%. 8.1.23. 20 л. 8.1.24. 60 м<sup>3</sup>; 3,6. 8.1.25. 238 см<sup>3</sup>; 1,3. 8.1.26. 39,2. 8.1.27. 1,5.  
8.1.28. а) 17,5; б) 32% NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>, 68% NaHCO<sub>3</sub>. 8.1.29. 25%. 8.1.30. а) 21,2;  
б) 1,25 л. 8.1.31. а) 0,8 л NO<sub>2</sub>, 1,975 л N<sub>2</sub>, 0,125 л O<sub>2</sub>; б) 1,14. 8.1.32. 20% CH<sub>4</sub>,  
40% H<sub>2</sub>, 40% CO<sub>2</sub>. 8.1.33. 30% CO<sub>2</sub>, 40% CO, 30% H<sub>2</sub>. 8.1.34. 12,5% H<sub>2</sub>, 37,5% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>,  
50% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. 8.1.35. 10% CH<sub>4</sub>, 60% H<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>. 8.1.36. 30% C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, 30% CH<sub>4</sub>,  
40% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. 8.1.37. 50% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 25% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 25% C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>. 8.1.38. 20% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 40% CH<sub>4</sub>,  
40% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. 8.1.39. а) 75% CO, 25% CH<sub>4</sub>; б) 69,4 г; 58,8 г NaHCO<sub>3</sub>, 10,6 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.  
8.1.40. 71,5% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 28,5% CH<sub>4</sub>. 8.1.41. 20% NO<sub>2</sub>, 40% O<sub>2</sub>, 40% CO<sub>2</sub>. 8.1.42. 50%  
C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, 21,4% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, 28,6% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.

8.2.1. 23,3 л. 8.2.2. 0,56% O<sub>3</sub>, 79,22% N<sub>2</sub>, 20,22% O<sub>2</sub>. 8.2.3. 4,1 л. 8.2.4. 4,1% O<sub>3</sub>,  
80,6% N<sub>2</sub>, 15,3% O<sub>2</sub>. 8.2.5. 7,5·10<sup>22</sup>. 8.2.6. 4,2 л. 8.2.7. 25,4%; 45,1 л. 8.2.8. 4,7 дм<sup>3</sup>.  
8.2.9. 7,8%. 8.2.10. 47,6 мл. 8.2.11. 200 л. 8.2.12. 75 мл O<sub>2</sub>; 50 мл O<sub>3</sub>. 8.2.13. 20%.  
8.2.14. 19,6 л. 8.2.15. 1,7 л. 8.2.16. 331 см<sup>3</sup>. 8.2.17. а) 8% O<sub>3</sub>; б) 71% N<sub>2</sub>, 29% O<sub>2</sub>.  
8.2.18. 50% N<sub>2</sub>, 48% O<sub>2</sub>, 2% O<sub>3</sub>. 8.2.19. а) 37,5%; б) 24,5 л. 8.2.20. 4,2 л.  
8.2.21. 8,3% O<sub>3</sub>, 9,4% O<sub>2</sub>, 82,3% N<sub>2</sub>; 7,3 м<sup>3</sup>. 8.2.22. 5% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, 95% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>.  
8.2.23. 2,72 г. 8.2.24. 53,3 л. 8.2.25. 36,4 л. 8.2.26. 75 л. 8.2.27. 490 дм<sup>3</sup>. 8.2.28. 52,9 л.  
8.3.1. 57,1% O<sub>2</sub>, 42,9% CO<sub>2</sub>. 8.3.2. 37,5% H<sub>2</sub>, 62,5% N<sub>2</sub>; 66,7% N<sub>2</sub>, 33,3% O<sub>2</sub>.  
8.3.3. 47% H<sub>2</sub>, 53% O<sub>2</sub>. 8.3.4. 71% CH<sub>4</sub>, 29% CO. 8.3.5. 66,7%. 8.3.6. 240 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>,  
120 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>. 8.3.7. 65,9%; 620 л. 8.3.8. 23,4% N<sub>2</sub>, 70,3% H<sub>2</sub>, 6,3% NH<sub>3</sub>. 8.3.9. 20%.  
8.3.10. 1:2. 8.3.11. 33%. 8.3.12. 40%. 8.3.13. 60%. 8.3.14. 110 мл. 8.3.15. 100 мл CO<sub>2</sub>,  
50 мл O<sub>2</sub>. 8.3.16. 71,4% O<sub>2</sub>, 28,6% CO<sub>2</sub>. 8.3.17. 66%. 8.3.18. 150 мл H<sub>2</sub>, 350 мл CO.  
8.3.19. 60%. 8.3.20. 25% CH<sub>4</sub>, 75% O<sub>2</sub>. 8.3.21. 25% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 75% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>; 23,7% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>,  
76,3% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. 8.3.22. 20 мл C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 100 мл O<sub>2</sub>. 8.3.23. 20 мл CO, 60 мл C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, 40 мл O<sub>2</sub>,  
200 мл CO<sub>2</sub>. 8.3.24. 67%. 8.3.25. 10% C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, 90% O<sub>2</sub>; 61,5% CO<sub>2</sub>, 38,5% O<sub>2</sub>.  
8.3.26. 20% C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 80% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. 8.3.27. 16 мл NH<sub>3</sub>, 1 мл N<sub>2</sub>, 23 мл H<sub>2</sub>. 8.3.28. 16,7%.  
8.3.29. 100 мл CH<sub>4</sub>, 60 мл H<sub>2</sub>, 40 мл N<sub>2</sub>. 8.3.30. 20 мл CO, 30 мл C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 10 мл N<sub>2</sub>.  
8.3.31. 125 мл C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 100 мл CO<sub>2</sub>, 150 мл N<sub>2</sub>. 8.3.32. а) 50 мл C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 100 мл C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>;  
б) 17,9 г. 8.3.33. 20 мл N<sub>2</sub>; 20 мл C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, 30 мл C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. 8.3.34. 20 мл C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 30 мл C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>;  
30 мл N<sub>2</sub>. 8.3.35. а) 54,5% CO<sub>2</sub>, 27,3% O<sub>2</sub>, 18,2% N<sub>2</sub>; б) 1:3:2. 8.3.36. 47,1% C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>,  
29,4% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 23,5% C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>. 8.3.37. 90 мл H<sub>2</sub>; 200 мл CO<sub>2</sub>, 310 мл N<sub>2</sub>. 8.3.38. а) 60% H<sub>2</sub>,  
30% N<sub>2</sub>, 10% O<sub>2</sub>; б) 27,3% N<sub>2</sub>, 72,7% O<sub>2</sub>. 8.3.39. 100 мл H<sub>2</sub>, 200 мл CO, 300 мл CO<sub>2</sub>.

8.3.40. 32,3% NO<sub>2</sub>, 64,5% N<sub>2</sub>, 3,2% O<sub>2</sub>. 8.3.41. 50% N<sub>2</sub>, 30% CO, 20% CO<sub>2</sub>; 21,3% CO<sub>2</sub>, 72,3% N<sub>2</sub>, 6,4% O<sub>2</sub>.  
 8.4.1. 149 см<sup>3</sup>. 8.4.2. 50,9 л. 8.4.3. 38 л. 8.4.4. 320,5 л. 8.4.5. 103,5 г/моль.  
 8.4.6. 68,5°C. 8.4.7. 2,7 кг. 8.4.8. 271 г. 8.4.9. 29 г/моль. 8.4.10. збільш. в 4 рази.  
 8.4.11. 48,6%. 8.4.12. 4,8 л. 8.4.13. 6,2%. 8.4.14. 110 г. 8.4.15. 0,95 л.  
 8.4.16. зменшиться на 13,3%. 8.4.17. збільш. на 8,6%. 8.4.18. 2,68 атм. 8.4.19. 2,2 л.  
 8.4.20. зменшився на 7%. 8.4.21. 8,8 л. 8.4.22. у варіанті а). 8.4.23. збільшиться на 15,6%. 8.4.24. 32%. 8.4.25. 85% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, 15% C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. 8.4.26. 263,3 л. 8.4.27. 76,79%.  
 8.4.28. 22 атм. 8.4.29. 2,98 атм. 8.4.30. 112,5 атм. 8.4.31. 6010 атм. 8.4.32. 6,72 л.  
 8.4.33. 84,5 л. 8.4.34. 14% O<sub>2</sub>, 56% N<sub>2</sub>, 30% CO. 8.4.35. 51,9% CO, 48,1% H<sub>2</sub>; 1102 мл. 8.4.36. 5,3% NH<sub>3</sub>, 71% H<sub>2</sub>, 23,7% N<sub>2</sub>; 285 атм. 8.4.37. 1,45 атм.  
 8.4.38. 32 моль CO, 32 моль H<sub>2</sub>, 24 моль CH<sub>4</sub>, 184 моль CO<sub>2</sub>; 227 атм. 8.4.39. 6,6 атм.  
 8.4.40. 3 атм. 8.4.41. 0,44 атм.  
 8.5.1. 37% CH<sub>4</sub>, 37% CO<sub>2</sub>, 13% CO, 13% H<sub>2</sub>. 8.5.2. а) 12%; б) 6,4% NH<sub>3</sub>, 70,2% H<sub>2</sub>, 23,4% N<sub>2</sub>. 8.5.3. 30%. 8.5.4. 71,7%. 8.5.5. а) 53,3%; б) 36,1% NO<sub>2</sub>, 44,4% N<sub>2</sub>, 19,5% NO; в) 80 мл. 8.5.6. 167 кг. 8.5.7. 53,3%. 8.5.8. а) 67,2 л; б) 42,9%. 8.5.9. 43%.  
 8.5.10. 3,7% CO, 11,1% H<sub>2</sub>, 51,9% H<sub>2</sub>O, 33,3% CH<sub>4</sub>. 8.5.11. 30%. 8.5.12. 50%.  
 8.5.13. а) 30%; б) 23% CO, 23% H<sub>2</sub>, 27% CH<sub>4</sub>, 27% CO<sub>2</sub>. 8.5.14. 19,8% SO<sub>3</sub>, 2,2% SO<sub>2</sub>, 69,5% N<sub>2</sub>, 8,5% O<sub>2</sub>. 8.5.15. 9,1% CO, 9,1% H<sub>2</sub>, 13,6% CH<sub>4</sub>, 68,2% CO<sub>2</sub>.  
 8.5.16. 60%. 8.5.17. а) 40%; б) 22,2% SO<sub>3</sub>, 33,3% SO<sub>2</sub>, 44,5% O<sub>2</sub>. 8.5.18. а) 66,7%; б) 9,1%. 8.5.19. 2,4 л NH<sub>3</sub>, 0,4 л HCl; 40%. 8.5.20. а) 86,7% CO, 13,3% CO<sub>2</sub>; б) 76,9%. 8.5.21. 65%. 8.5.22. 80%. 8.5.23. а) 25%; б) 20%. 8.5.24. 40%.  
 9.1. 3:2. 9.2. 82% CO<sub>2</sub>, 18% CO. 9.3. 30,9% CaCO<sub>3</sub>, 69,1% CaO. 9.4. 9,4% O<sub>2</sub>, 8,3% O<sub>3</sub>, 82,3% N<sub>2</sub>. 9.5. 1:3. 9.6. 5,3% NH<sub>3</sub>, 71% H<sub>2</sub>, 23,7% N<sub>2</sub>. 9.7. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·7H<sub>2</sub>O.  
 9.8. 1:2. 9.9. 28,6% SO<sub>3</sub>, 28,6% SO<sub>2</sub>, 42,8% O<sub>2</sub>. 9.10. 1:4. 9.11. MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O. 9.12. 1:22.  
 9.13. 25,63% Fe, 74,37% FeCl<sub>3</sub>. 9.14. 5,75. 9.15. 14% Mg, 86% MgCl<sub>2</sub>. 9.16. 14%.  
 9.17. C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>. 9.18. 37,5%. 9.19. 16%. 9.20. 2:3. 9.21. 63,1%. 9.22. 9:5. 9.23. 5:4.  
 9.24. а) 40,91% H<sub>2</sub>O, 40,91% CH<sub>4</sub>, 13,64% H<sub>2</sub>, 4,54% CO; б) 8,24% CO, 42,35% CH<sub>4</sub>, 47,65% H<sub>2</sub>O, 1,76% H<sub>2</sub>. 9.25. 20%. 9.26. C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>. 9.27. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>. 9.28. C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>.  
 9.29. 50%. 9.30. 53,3% Mg, 46,7% Si. 9.31. 54,1% CaCO<sub>3</sub>, 45,9% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.  
 9.32. збільшився на 5,6%. 9.33. 53%. 9.34. 8,3%. 9.35. 16,2% SO<sub>3</sub>, 72,6% N<sub>2</sub>, 11,2% O<sub>2</sub>. 9.36. 52% H<sub>2</sub>, 44% CO, 4% CO<sub>2</sub>. 9.37. 61% SO<sub>3</sub>, 13% O<sub>2</sub>, 26% SO<sub>2</sub>.  
 9.38. 70% Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 30% Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 9.39. HCOOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>. 9.40. 69,9%. 9.41. в 13,5 разу.  
 9.42. 3,4%. 9.43. 10%. 9.44. 9,2%. 9.45. 65% Mg<sub>3</sub>P<sub>2</sub>, 35% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>. 9.46. 67%.  
 9.47. 85%. 9.48. 13,2%. 9.49. в 30 разів. 9.50. 11,43%. 9.51. 73,1%. 9.52. NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.  
 10.1. H<sub>2</sub>(г) + Cl<sub>2</sub>(г) = 2HCl(г); ΔH<sup>0</sup> = -183 кДж; -91,5 кДж/моль. 10.2. а) 16582,5 кДж; б) 0,0597 кг. 10.3. 109,5 кДж. 10.4. -350,6 кДж/моль. 10.5. -1676 кДж/моль.  
 10.6. 2Ca(г) + O<sub>2</sub>(г) = 2CaO(г); ΔH<sup>0</sup> = -1271,1 кДж. 10.7. 165 кДж. 10.8. а) 12,26 кДж; б) 25,94 кДж/моль. 10.9. S(г) + O<sub>2</sub>(г) = SO<sub>2</sub>(г); ΔH<sup>0</sup> = -297 кДж.  
 10.10. а) 2Mg + O<sub>2</sub> = 2MgO; ΔH<sup>0</sup> = -1203,7 кДж; б) -601,9 кДж/моль; в) 501,5 кДж.  
 10.11. 15 кДж. 10.12. 115,8 л. 10.13. 1450,8 кДж. 10.14. а) 41,2 г P; б) 268,8 кДж;

в) -1505 кДж/моль. 10.15. а) 233 кДж; б) 3262,5 кДж; в) 6023,1 кДж.  
 10.16. 22,6 кДж. 10.17. а) 2Mg(г) + O<sub>2</sub>(г) = 2MgO(г); ΔH<sup>0</sup> = -1202,4 кДж; б) 99,8 г.  
 10.18. CaCO<sub>3</sub>(г) = CaO(г) + CO<sub>2</sub>(г); ΔH<sup>0</sup> = 145,1 кДж. 10.19. 237,7 кДж.  
 10.20. -2221 кДж. 10.21. 1414,5 кДж. 10.22. 87027 кДж. 10.23. -1368,2 кДж.  
 10.24. -1530,6 кДж/моль. 10.25. 2,24 л. 10.26. 63005 кДж/м<sup>3</sup>. 10.27. 69643 кДж/м<sup>3</sup>; 31200 кДж. 10.28. -854,2 кДж; 1067,8 кДж. 10.29. а) 410,7 кДж; б) 3695,9 кДж.  
 10.30. -1140,5 кДж/моль. 10.31. -220,9 кДж. 10.32. 22,57 кДж. 10.33. -75,4 кДж.  
 10.34. -264,9 кДж/моль. 10.35. а) 16,8 л; б) 66,67% NO, 33,33% CO<sub>2</sub>.  
 10.36. 1048 кДж. 10.37. 6031 кДж. 10.38. -54,8 кДж/моль.  
 11.1. у 81 раз. 11.2. у 243 рази. 11.3. у 4 рази. 11.4. у 5 разів. 11.5. у 125 разів.  
 11.6. у 8 разів. 11.8. 50 сек. 11.9. 3. 11.10. на 30°C. 11.11. у 27 разів.  
 11.12. збільшиться у 243 рази. 11.14. у 64 рази. 11.15. у 12 разів. 11.17. 1,44 хв.  
 11.18. зменшиться у 5 разів. 11.19. у 2,67 разів. 11.20. у 2,08 разу. 11.21. у 27 разів.  
 11.22. а) на 40°C; б) на 50°C; в) на 30°C. 11.23. 108 хв. 11.24. 4. 11.25. у 10 разів.  
 11.26. у 1,67 разу. 11.27. на 20°C. 11.28. 54 моль/л·сек. 11.29. 1 моль/л N<sub>2</sub>, 3 моль/л H<sub>2</sub>. 11.30. 1,92; 0,3 моль/л. 11.31. а) 4,05; б) 0,85 моль/л H<sub>2</sub>, 0,95 моль/л I<sub>2</sub>.  
 11.32. а) 3 моль/л N<sub>2</sub>, 7 моль/л H<sub>2</sub>, 2 моль/л NH<sub>3</sub>; б) 0,004. 11.33. прямої збільшиться у 8 разів, оборотної — в 4 рази. 11.34. 1,25 моль/л CO<sub>2</sub>, 1,25 моль/л H<sub>2</sub>, 1,75 моль/л CO, 1,75 моль/л H<sub>2</sub>O. 11.35. 304,2. 11.36. 1 моль/л V; у 4,05 разу.  
 11.37. а) зміститься вправо; б) в 1,78 разу. 11.38. у 5 разів. 11.39. 0,1 моль/л A, 0,2 моль/л B; 2500. 11.40. 0,75 моль/л A; 0,45 моль/л B. 11.41. 0,42. 11.41. в 1,5 разу.  
 11.43. а) 2,13; б) збільшився в 1,4 разу. 11.44. 0,45.  
 12.10. а) HI; б) H<sub>2</sub>S; в) SO<sub>2</sub>; г) SO<sub>3</sub>; д) NH<sub>3</sub>; е) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; є) KNO<sub>2</sub>; ж) PbO<sub>2</sub>.  
 12.15. а) A — KI, B — KClO<sub>3</sub>, D — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; б) A — Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, B — KMnO<sub>4</sub>, D — H<sub>2</sub>O; в) A — H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, B — KMnO<sub>4</sub>, D — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; г) A — HBr, B — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; д) A — KNO<sub>2</sub>, B — KClO<sub>3</sub>; е) A — HBr, B — MnO<sub>2</sub>; є) A — Na<sub>2</sub>S, B — KMnO<sub>4</sub>, D — H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; ж) A — Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, B — KMnO<sub>4</sub>, D — KOH. 12.17. 37,9 г, 1,92 л. 12.18. 0,448 л.  
 12.19. 47 л SO<sub>2</sub>, 31,4 л NO. 12.20. 80%. 12.21. 24%. 12.22. 10,11% C, 89,89% Cu.  
 12.23. 2288 г. 12.24. 6,72 л. 12.25. 80 л. 12.26. 90%. 12.27. 80,32%.  
 12.28. 19,6 г, 78,9 мл. 12.29. 1:3. 12.30. 68%.  
 13.1. 75,4 хв. 13.2. 59 А. 13.3. 83,7%. 13.4. 5,6 А. 13.5. 0,51 г; 0,78 г. 13.6. 38,7%.  
 13.7. 18,14 кг. 13.8. 0,21 А. 13.9. Калій; 39 г/моль. 13.10. 32,5 г/моль. 13.11. Літій. 13.12. 20%; 13,3%. 13.13. 24,8 г. 13.14. 3,5 г; 0,7 л. 13.15. Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.  
 13.16. 0,27 моль/л KOH, 3,73 моль/л KCl. 13.17. 16,6% NaCl, 21,3% NaOH.  
 13.18. а) 19,2 г; б) 5,6%. 13.19. а) 2,3 л; б) 8,7%. 13.20. 97,5%. 13.21. 1,12 л.  
 13.22. а) 25 л; б) 12%. 13.23. 38,7 г H<sub>2</sub>, 309,6 г O<sub>2</sub>. 13.24. а) 1,4 л; б) 4,66%.  
 13.25. а) 36,4%; б) 224 л H<sub>2</sub>, 112 л O<sub>2</sub>. 13.26. а) 16% HNO<sub>3</sub>, 20% Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; б) 55%. 13.27. 44 хв. 13.28. 77%. 13.29. 60%. 13.30. 26,4 А. 13.31. 21,6% NaCl, 7,1% NaOH. 13.32. 515,8 мл. 13.33. на катоді 1,28 г Cu; на аноді 0,16 г O<sub>2</sub>, 0,71 г Cl<sub>2</sub>.  
 13.34. а) 22,4%; б) 107 г. 13.35. 36 мл. 13.36. 20,1 г Hg, 5,54 г Cu, 13,24 г Cl<sub>2</sub>.  
 13.37. 5,6% KCl, 12% KOH. 13.38. 0,04 моль/л CuCl<sub>2</sub>, 0,05 моль/л ZnCl<sub>2</sub>.

13.39. 0,1 моль/л  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 0,05 моль/л  $\text{AgNO}_3$ . 13.40. 1,3 А. 13.41. 78,13 мл.  
13.42. 21,3%. 13.43. а) 13,3%  $\text{NaOH}$ , 14,2%  $\text{NaCl}$ ; б) 0,74 г  $\text{H}_2$ , 26,27 г  $\text{Cl}_2$ .  
13.44. 269,6 мл. 13.45. 555 л  $\text{H}_2$ , 277 л  $\text{O}_2$ . 13.46. 11,2%. 13.47. 0,09 моль/л  $\text{AgNO}_3$ ,  
0,02 моль/л  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ . 13.48. 8,6%. 13.49. а) 14 г  $\text{Cu}$ , 5,1 г  $\text{Zn}$ ; б) 0,09 моль/л  $\text{ZnCl}_2$ ;  
в) 3,7 л  $\text{Cl}_2$ . 13.50. а) 9,6%  $\text{KCl}$ , 8,7%  $\text{KOH}$ ; б) 82 А·год. 13.51. а) 75%; б) 30%;  
в) 1,7 л. 13.52. а)  $\text{Zn}$ ; б) 102 г; в) 16,8 л  $\text{H}_2$ . 13.53.  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 13.54. а) 5,6%  $\text{HNO}_3$ ;  
б) 0,4 г  $\text{H}_2$ ; 6,4 г  $\text{O}_2$ . 13.55. а) 2,6%  $\text{HNO}_3$ , 3,5%  $\text{AgNO}_3$ ; б) 8,64 г  $\text{Ag}$ , 0,64 г  $\text{O}_2$ ;  
в) вистачить. 13.56. 13,5%. 13.57. 72,4 л. 13.58. 464 мл. 13.59. а) 191,4 А·год;  
б) 396,4 г; в) вистачить. 13.60. 163,3 л  $\text{H}_2$ , 81,7 л  $\text{O}_2$ .  
14.1. 11,2 л. 14.2. 20,4 г. 14.3. 16,8 м<sup>3</sup>. 14.4. 21,6 мл. 14.5. 4,9 л. 14.6. 5,3 л.  
14.7. 568 г. 14.8. 1,96 м<sup>3</sup>. 14.9.  $\text{O}_2$ . 14.10. 39,5 г. 14.11. 2,24 л. 14.12. 0,89.  
14.13. 3,2 кг. 14.14. 213 л. 14.15. 10,08 л; ні. 14.16. 5,6 л. 14.17. 100 мл  $\text{H}_2$ .  
14.18. 1,8 г. 14.19. 1806 г. 14.20. 4,48 л. 14.21. а) 9,58 л; б) 10,53%. 14.22. 32 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  
8,1 г  $\text{ZnO}$ . 14.23. 10,8 г. 14.24. 6,05 л. 14.25. 0,25 моль. 14.26. 90 г. 14.27. 222 г.  
14.28. 23,2%. 14.29. а) 6,5 г  $\text{KMnO}_4$ , 15,6 г  $\text{MnO}_2$ , 35,4 г  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ; б) 89,8%.  
14.30. 2,24 л. 14.31. 1,38. 14.32. 64 л. 14.33. а) 40%; б) 3,03%. 14.34. 15,6 мл.  
14.35. 20,9 г  $\text{KClO}_4$ , 33,5 г  $\text{KCl}$ . 14.36. 7,1%. 14.37. 25%  $\text{CO}$ , 25%  $\text{H}_2$ , 50%  $\text{Ar}$ .  
14.38. 84 дм<sup>3</sup>. 14.39. 0,21 моль. 14.40. 33 г. 14.41. 60 мл  $\text{N}_2$ , 108 мл  $\text{CH}_4$ , 72 мл  $\text{H}_2$ .  
14.42. 1,7 л  $\text{O}_2$ , 0,3 л  $\text{O}_3$ , 7,9 л  $\text{N}_2$ . 14.43. 64,5 л  $\text{CH}_4$ , 25,5 л  $\text{H}_2$ . 14.44. 20,6%.  
14.45. у 2,23 разу. 14.46. 14,6 л. 14.47. 4,3 л. 14.48. 1:2:1:1. 14.49. 26,25 кДж.  
14.50. 6,9%. 14.51. 2:3. 14.52. 9,9 л. 14.53. 106 л. 14.54. 50%; 180 л  $\text{H}_2\text{O}$ , 200 л  $\text{CH}_4$ .  
14.55. на 0,067 г. 14.56. 22,3%  $\text{H}_2$ , 16,3%  $\text{O}_2$ , 61,4%  $\text{N}_2$ ; 7,8%  $\text{O}_2$ , 92,2%  $\text{N}_2$ .  
15.1. 52,5 м<sup>3</sup>. 15.2. 75%. 15.3. а) 850 г; б) 8,5 г; в) 6,8 кг; г) 170 г. 15.4. 7,5 л.  
15.5. 4,33 г. 15.6. 12,5%. 15.7. 2,24 л. 15.8. 1391 г. 15.9. 0,29. 15.10. а) 46,2 м<sup>3</sup>;  
б) 448 м<sup>3</sup>; в) 46,9 м<sup>3</sup>. 15.11. 445,4 кДж. 15.12. 0,14 м<sup>3</sup>. 15.13. 9,5%. 15.14. 16,8 л.  
15.15. 0,6 моль. 15.16. 196 г. 15.17. 11,2 л. 15.18. 25 м<sup>3</sup>; 59,5 м<sup>3</sup>. 15.19. 23 л.  
15.20. вистачить. 15.21. 0,14 м<sup>3</sup>. 15.22. 0,28%. 15.23. 0,672 л. 15.24. 64 л.  
15.25. 5 дм<sup>3</sup>. 15.26. 0,256 кг. 15.27. 437,5 м<sup>3</sup>. 15.28. 9,7 кг. 15.29. 0,6%.  
15.30. 198,6 м<sup>3</sup>. 15.31. 112 л. 15.32. 45%. 15.33. 30 г  $\text{KHSO}_3$ . 15.34. а) 501 мл;  
б) 1002 мл. 15.35. 373 мл. 15.36. 224 мл. 15.37. 0,7%. 15.38. 75,8%. 15.39. 12%  
 $\text{NaHSO}_3$ . 15.40. 41,3%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 34,0%  $\text{NaCl}$ , 24,7%  $\text{NaNO}_3$ . 15.41. 3,15%  $\text{HNO}_3$ ,  
9,8%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 15.42. 74 мл. 15.43. 3,25 г. 15.44. 270 мл. 15.45. 800 мл. 15.46. 146 г.  
15.47. 360 мл. 15.48. 67,3%. 15.49. 167 г; 283 г. 15.50. а) 50%; б) 12 г  $\text{CuO}$ ,  
24 г  $\text{CuSO}_4$ . 15.51. 61,2 г, 123,3 мл. 15.52. 0,5 моль. 15.53. 37 г. 15.54. 1,1 кг;  
1,4 кг. 15.55. 0,15%. 15.56. 0,75%. 15.57. 480 л. 15.58.  $\text{Mg}$ . 15.59. 42,4 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
56,8 г  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 68 г  $\text{NaNO}_3$ . 15.60. 36,6 кг  $\text{BaSO}_4$ . 15.61. 7 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 534 г  $\text{KHSO}_4$ ;  
12,7%. 15.62. 9,6 г. 15.63. 2196 мл. 15.64. 222 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 251 мл  $\text{H}_2\text{O}$ .  
15.65. 3,1%. 15.66. 23,9 л; 191 мл. 15.67. 63,9 г. 15.68. 14,5 моль/л. 15.69. 156 г  
 $\text{NaHSO}_3$ , 264 г  $\text{FeS}$ . 15.70. 41,6 г  $\text{NaHSO}_3$ . 15.71. 140 мл. 15.72.  $\text{H}_2\text{S}$ ; 75,6 г  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .  
15.73. Ферум, 117 г  $\text{Na}_2\text{S}$ , 8 г  $\text{NaOH}$ . 15.74. 40 г  $\text{CuO}$ , 16 г  $\text{Cu}$ . 15.75. 1,29 л.  
15.76. 16,8 г. 15.77. а) 1,72 л; б) 7,55 г. 15.78. 74,1 г. 15.79.  $\text{CuS}$ ; 16,3 л. 15.80.  $\text{ZnS}$ .  
15.81. 26%. 15.82. 134 л  $\text{H}_2$ , 67 л  $\text{O}_2$ . 15.83. 13 г. 15.84. 839 г. 15.85. 0,22%.

16.1. 6,72 л. 16.2. 145,5 л. 16.3. 3,51 г  $\text{NaCl}$ , 6,49 г  $\text{CaSO}_4$ . 16.4. 200 г. 16.5. 21,5 г.  
16.6. 8,64 л. 16.7. 7,3%. 16.8. 510 г. 16.9. 126,4 г;  $1,07 \cdot 10^{24}$  молекул,  $2,14 \cdot 10^{24}$  ато-  
мів. 16.10. 9 л. 16.11. 424 г. 16.12. 67%. 16.13. 54%. 16.14. 5475 г. 16.15. а) 2,36%;  
б) 0,654 моль/л; в) 153 мл. 16.16. 12,6%. 16.17. а) 36,2%; б) 5367 г. 16.18. 3:1.  
16.19. а) 20,63%; б) 78,8 г  $\text{BaCO}_3$ . 16.20. 35,9%  $\text{NaCl}$ , 64,1%  $\text{KCl}$ . 16.21. 2,13 г.  
16.22. 5,8 г  $\text{NaCl}$ , 1,3 г  $\text{NaBr}$ . 16.23. 1,35 л. 16.24. 0,21%  $\text{ZnCl}_2$ , 2,15%  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ .  
16.25. а) 28,95%; б) кислу. 16.26. 9,64 г  $\text{KCl}$ , 2,96 г  $\text{NaCl}$ . 16.27. 16%. 16.28. 5,3%  
 $\text{KOH}$ ; 24%  $\text{KCl}$ . 16.29. 25,6 кг, 156 л. 16.30. 2,82 г  $\text{P}$ , 9,27 г  $\text{KClO}_3$ . 16.31. 36 г.  
16.32. 15%  $\text{NaOH}$ , 5%  $\text{NaCl}$ , 2%  $\text{NaClO}_3$ . 16.33. 11,4%  $\text{KCl}$ , 7,2%  $\text{KOH}$ . 16.34. 14,5%  
 $\text{HCl}$ , 8,7%  $\text{ZnCl}_2$ . 16.35. 28,9%  $\text{HCl}$ . 16.36. 1,75 л. 16.37. 14,4%. 16.38. 7,3%  $\text{HCl}$ ,  
29,4%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 16.39. 39%  $\text{NaCl}$ , 11%  $\text{NaNO}_3$ , 50%  $\text{NaI}$ . 16.40. 95%. 16.41. 29,1%.  
16.42. 77,9%. 16.43. 1,25 моль/л  $\text{HBr}$ , 1,5 моль/л  $\text{HCl}$ . 16.44. а) 66,7%  $\text{O}_2$ ,  
33,3%  $\text{Cl}_2$ ; б) 8,6%  $\text{KOH}$ , 1,3%  $\text{KClO}_3$ , 4,1%  $\text{KCl}$ . 16.45. 25,7%  $\text{HCl}$ . 16.46. 5,126 г.  
17.1. 5600 м<sup>3</sup>  $\text{N}_2$ , 16800 м<sup>3</sup>  $\text{H}_2$ . 17.2. 33,6 м<sup>3</sup>. 17.3. 2,67 м<sup>3</sup>. 17.4. 95%. 17.5. 37,2 г.  
17.6. 83,6%. 17.7. 10,75 л. 17.8. 160 м<sup>3</sup>. 17.9. 21,4 г. 17.10. 7875 г. 17.11. 425 г.  
17.12. 2,72 кг. 17.13. 42,6 г. 17.14. 60,5 м<sup>3</sup>. 17.15. 89%. 17.16. 23,3 м<sup>3</sup>. 17.17. 213 кг.  
17.18. 41,6 л. 17.19. 19,8 кг. 17.20. 1,5 л  $\text{NO}$ . 17.21. 1138 г. 17.22. 14 л  $\text{N}_2$ , 42 л  $\text{H}_2$ ;  
14 л. 17.23. 99,3%  $^{14}\text{N}$ , 0,7%  $^{15}\text{N}$ . 17.24. 30 г; 1470 мл. 17.25. 13,2 г  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .  
17.26. 46,6%. 17.27. 1,97 г. 17.28. 26,4 г  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 23 г  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ . 17.29. 23 г  
 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . 17.30. 47 мл, 933 мл  $\text{NO}$ . 17.31. 20%. 17.32. 0,1%  $\text{HCl}$ , 0,45%  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .  
17.33.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . 17.34. а) 9,2 г  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; б) 0,82 атм. 17.35. 126 г. 17.36.  $\text{P}_2\text{I}_4$ .  
17.37. 272 кг. 17.38. 329 кг. 17.39.  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . 17.40. 17,3 кг. 17.41. 7,1 г  
 $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . 17.42. 40 г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 96 г  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ . 17.43. 22,2%. 17.44. 111 мл.  
17.45. 256 мл. 17.46. а) 40,7%; б) 317,3 г. 17.47. а) 57%  $\text{NO}$ , 43%  $\text{N}_2$ ; б) 50%  $\text{NO}_2$ ,  
12,5%  $\text{O}_2$ , 37,5%  $\text{N}_2$ . 17.48. 0,364 моль. 17.49. 4,5 г. 17.50. 1:2. 17.51. 40,4 г  $\text{KNO}_3$ ,  
34 г  $\text{KNO}_2$ , 165,2 г  $\text{KOH}$ . 17.52. 7,8%  $\text{HNO}_3$ . 17.53. 0,068%. 17.54. 8,7%  $\text{NH}_3$ ,  
17,4%  $\text{N}_2$ , 73,9%  $\text{H}_2$ . 17.55. а) 22,4 л  $\text{O}_2$ ; б) 276 г  $\text{NaNO}_2$ , 80 г  $\text{NaOH}$ . 17.56. 6,6 г  
 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , 3,45 г  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . 17.57. 25,4%. 17.58. 2,2%. 17.59. 64%. 17.60. 264 мл.  
17.61. 107 г. 17.62. 39,2 г, 24,6 л. 17.63. 23,4 г  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , 13,6 г  $\text{CaHPO}_4$ .  
17.64. 14 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , 6 г  $\text{NaOH}$ . 17.65. 6,2 г  $\text{P}$ , 20,4 г  $\text{KClO}_3$ . 17.66. 52%  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .  
17.67. а) 11,2%; б) 1:8. 17.68.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 13\text{H}_2\text{O}$ . 17.69. 25%. 17.70. 4:25.  
17.71.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . 17.72. 13,9 г  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 2,7 г  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .  
18.1. 52,6 т. 18.2. 438 г. 18.3. 168 г; 134,4 л. 18.4. 17 моль. 18.5. 25,2 г. 18.6. 60%.  
18.7. 3,2 л. 18.8. 75 г  $\text{CaO}$ . 18.9. 49 кг. 18.10. 1600 м<sup>3</sup>. 18.11. 90%. 18.12. 140 г.  
18.13. 41,8 л. 18.14. 0,14%. 18.15. 156,7 г. 18.16. 22,14 м<sup>3</sup>. 18.17. 1,344 л. 18.18. 16%.  
18.19. 8,96 л. 18.20. 8,96 л. 18.21. 12,6 г  $\text{MgCO}_3$ , 25 г  $\text{MgSiO}_3$ . 18.22. 11,7%  $\text{Si}$ ,  
33,3%  $\text{MgO}$ , 55%  $\text{SiO}_2$ . 18.23. 95%; 144,02 г  $\text{CaO}$ , 12,82 г  $\text{CaCO}_3$ , 30 г домішок.  
18.24. 27,6%  $\text{MgO}$ , 72,4%  $\text{MgCO}_3$ ; 11,2 л. 18.25. 15 мл. 18.26. 28%. 18.27. а) 48,7%;  
б) 38,2 г  $\text{CaO}$ , 71,8 г  $\text{CaCO}_3$ . 18.28. 110 мл. 18.29. 31,8 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 33,6 г  $\text{NaHCO}_3$ ;  
166 мл. 18.30.  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ; 0,056 т  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . 18.31. 13,64 г  $\text{Mg}$ , 7,36 г  $\text{SiO}_2$ .  
18.32. 16,8 г  $\text{MgCO}_3$ , 11,2 г  $\text{Si}$ , 3,6 г  $\text{C}$ . 18.33. 25,3 л. 18.34. 28,3 мл. 18.35. 328 мл;  
34,4%. 18.36. 7,5 г  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 7,52 г  $\text{CaCO}_3$ . 18.37. 89,3 л. 18.38. 77,6%.

18.39. 403 г. 18.40. 16,8 л. 18.41. 80%. 18.42. 62,8 л. 18.43. 5,94%. 18.44. 40% CO, 60% O<sub>2</sub>. 18.45. 53,3% Mg, 46,7% Si. 18.46. 6 л CO<sub>2</sub>, 4 л Ag. 18.47. 8,16 г. 18.48. 17,7; 19,2 л. 18.49. 16,7% NaHCO<sub>3</sub>, 83,3% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 18.50. 5:1. 18.51. 10%. 18.52. 2:3. 18.53. 2,7 г Al, 5,6 г Si, 19,2 г Cu. 18.54. Zn. 18.55. 552 г. 18.56. 106 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 8,4 г NaHCO<sub>3</sub>. 18.57. 25,92 г Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>, 3,84 г CaC<sub>2</sub>. 18.58. 23 : 27. 18.59. 72,13% CaC<sub>2</sub>; 27,87% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>; 155 мл. 18.60. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>. 18.61. 7,1%. 18.62. 85,9 г NaHCO<sub>3</sub>. 18.63. 60,8% CO, 39,2% CO<sub>2</sub>. 18.64. 59,67 г BaSO<sub>4</sub>.

19.1. Li. 19.2. 13,9 г. 19.3. Ca. 19.4. Ca. 19.5. 8,4 л. 19.6. CaH<sub>2</sub>. 19.7. 4,48 л. 19.8. Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. 19.9. 90,5%. 19.10. 19%. 19.11. 446 г. 19.12. 274 г. 19.13. 4,56 л. 19.14. 18,0%. 19.15. 58,3% CaO, 41,7% MgO. 19.16. 55,5 г CaCl<sub>2</sub>. 19.17. 20 кг. 19.18. 36,2%. 19.19. BaBr<sub>2</sub>. 19.20. 5,7 г. 19.21. 323,7 моль. 19.22. Cs. 19.23. 42,5 г Ca<sup>2+</sup>, 75,4 г Cl<sup>-</sup>. 19.24. NaNO<sub>3</sub>. 19.25. Mg. 19.26. BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O. 19.27. 1,04 кг. 19.28. 104 г, 536 г. 19.29. 71,6%. 19.30. 18,6 г. 19.31. 14,2%. 19.32. 63,3%. 19.33. 12 г. 19.34. а) 5,18% NaOH; б) 56,5 мл. 19.35. 5,1%; 1,28 л. 19.36. K. 19.37. 13,7%. 19.38. Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 19.39. 0,0204 моль/л. 19.40. KNH<sub>2</sub>; ні. 19.41. 20% Ca(OH)<sub>2</sub>, 80% CaCO<sub>3</sub>. 19.42. 1064 мл. 19.43. а) 3,55 г; б) 6%. 19.44. 31,75 г; 2,75 моль/л. 19.45. 16 г. 19.46. 11,5%. 19.47. 4,05 г KHCO<sub>3</sub>, 21,55 г KOH. 19.48. 4,6 г; 1,6%. 19.49. 74,9 г. 19.50. Li<sub>3</sub>N. 19.51. 35,1%. 19.52. в 1,1 разу. 19.53. а) 65,05% Mg<sub>3</sub>P<sub>2</sub>, 34,95% Al<sub>4</sub>C<sub>3</sub>; б) 8,74%. 19.54. 0,2 моль. 19.55. 7,1 г; 300 г. 19.56. 1:3. 19.57. 11% KCl, 3,6% KClO<sub>3</sub>. 19.58. 60,3% Na, 39,7% K. 19.59. а) 8,96 л; б) 3,63. 19.60. 6,24 г BaCl<sub>2</sub>, 65,25 г Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 19.61. 64% NaBr, 36% CaI<sub>2</sub>. 19.62. 82,5% CO<sub>2</sub>; 17,5% CO. 19.63. 38,8%. 19.64. 24,1% NaOH, 75,9% NaHCO<sub>3</sub>.

20.1. 48 м<sup>3</sup>. 20.2. Br<sub>2</sub>. 20.3. 4,05%. 20.4. 45,4 кг. 20.5. 13,4 л. 20.6. 2,25 г. 20.7. 36,43%. 20.8. 40,8 кг Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 33 кг Mn, 0,87 кг MnO<sub>2</sub>. 20.9. 49 г KAlO<sub>2</sub>. 20.10. 10%. 20.11. 1,2 л. 20.12. 1,2 т. 20.13. 5,5%. 20.14. 1268 кДж. 20.15. 240 г. 20.16. 361 мл. 20.17. 75,9%. 20.18. 11,25%. 20.19. Al(OH)<sub>3</sub>. 20.20. 27,3 г Al(OH)<sub>3</sub>. 20.21. 45%. 20.22. 47,1% Mg, 52,9% Al. 20.23. 45,8%. 20.24. 1088 мл. 20.25. алюміній. 20.26. 118,4 г AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O. 20.27. 39,4% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 60,6% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. 20.28. 179 кг. 20.29. 48 л. 20.30. 1,7 кг. 20.31. 53,25 г Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 21,75 г K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 20.32. 6,63 мл. 20.33. 1,56 г Al(OH)<sub>3</sub>. 20.34. 19,2 кг. 20.35. 50% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 40,4% Mn, 3,7% MnO<sub>2</sub>, 5,9% домішок. 20.36. 10,1% Al, 89,9% Mg. 20.37. K<sub>2</sub>O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>. 20.38. 40,5%. 20.39. 9,35 г; 85,6% CuO, 14,4% Al. 20.40. 1,17 г. 20.41. 0,16 моль/л. 20.42. 75,9%. 20.43. а) 0,765 г Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,565 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; б) 79,5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 20,5% NaAlO<sub>2</sub>. 20.44. 813,2 кг. 20.45. 240 см<sup>3</sup>. 20.46. 5,52 мл. 20.47. 8,4 г Fe, 3 г Cu, 8,1 г Al. 20.48. 73,8 г KCl, 29,9 г K[Al(OH)<sub>4</sub>], 8,31 г Al(OH)<sub>3</sub>. 20.49. 57,14% CaCO<sub>3</sub>, 27,43% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 15,43% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. 20.50. 125 г. 20.51. Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O. 20.52. 30 г Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, 22,3 г Zn<sub>3</sub>N<sub>2</sub>. 20.53. 61,6%. 20.54. 64,8% Cu, 28,4% Fe, 6,8% Al. 20.55. 0,64 г Al, 9 г Al. 20.56. а) 59,4 г; б) 17,2 %. 20.57. 2,04 г. 20.58. 19,2 г Cu, 13 г Zn, 10,8 г Al. 20.59. 1,5 моль/л KCl, 0,5 моль/л K[Al(OH)<sub>4</sub>]. 20.60. 13,8% Al, 86,2% Cu. 20.61. 1,24 кг. 20.62. 30 мл. 20.63. а) 6,4 г Cu, 13,6 г Al; б) 35,2 мл. 20.64. а) 6,33 г Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; б) 6,96 г. 20.65. 7,8 г Al(OH)<sub>3</sub>; 1,2 моль/л Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,6 моль/л Na[Al(OH)<sub>4</sub>].

20.66. 19% Al, 19% Ag, 23% Zn, 39% Si. 20.67. 39% Cu, 27,4% Al, 33,6% Fe. 20.68. 0,96 г Mg, 0,27 г Al, 1,2 г Si. 20.69. 85,5% Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, 14,5% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 20.70. 12 г Mg, 5,4 г Al, 32,6 г SiO<sub>2</sub>. 20.71. 37,5 %. 20.72. 28 г Fe, 6,5 г Zn, 5,4 г Al. 20.73. 14,4%. 20.74. 5,94 г Al, 2,8 г Si, 1,68 г Mg. 20.75. 4,5 г Al, 3,92 г Fe, 7,92 г Mg. 20.76. 1,934 моль.

21.1. 4,46 л. 21.2. 65 г. 21.3. 8,5%. 21.4. 2,8 л. 21.5. 5729 м<sup>3</sup>; 2,6 т. 21.6. 26 л. 21.7. 8,14 л. 21.8. 2,6 т. 21.9. FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O. 21.10. Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. 21.11. 70%. 21.12. 13,3 т. 21.13. 4,48 м<sup>3</sup>. 21.14. 64 г Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16 г Fe. 21.15. 43,2 кг; 657 кг. 21.16. 5,3 л. 21.17. 16,6 м<sup>3</sup>. 21.18. 0,3 моль, 0,9 моль. 21.19. 69%. 21.20. 93%. 21.21. 6,97 мл. 21.22. 60 г; 32,1 г. 21.23. 67%. 21.24. Fe<sub>3</sub>C. 21.25. 14,5%. 21.26. 307 мл; 199 г. 21.27. 9,4%. 21.28. Fe(NH<sub>4</sub>)(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O. 21.29. 14 г Fe, 6 г Cu. 21.30. 1,4 кг. 21.31. 9,7 г Al, 20,3 г Fe. 21.32. 1,8 г. 21.33. 6,3 л. 21.34. 82,5% FeS, 17,5% Fe. 21.35. 14 г. 21.36. 40,6 кг. 21.37. 82%. 21.38. 774 мл. 21.39. Fe(CO)<sub>5</sub>. 21.40. 28% Fe, 72% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 21.41. 56,7 г. 21.42. 53,7% Zn, 46,3% Fe. 21.43. 2,02 г Fe, 10,15 г Al, 8 г Cu. 21.44. 12,63 т. 21.45. 2,2 л. 21.46. 5,95 л. 21.47. 76,63 кг, 655,2 кг; 29,12 м<sup>3</sup>. 21.48. 3,36 г. 21.49. 10,8 г Al, 16 г CuO, 33,5 г Fe. 21.50. 664 мл. 21.51. 38% FeSO<sub>4</sub>, 62% Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. 21.52. 10,38% Fe(OH)<sub>3</sub>, 89,62% Cu(OH)<sub>2</sub>. 21.53. 6,32%. 21.54. 46,7% Fe, 53,3% Cu. 21.55. 1,55 л. 21.56. 195 г, 2190 г. 21.57. 13,3%. 21.58. 22,58% Fe, 38,71% Cu, 38,71 г CuO. 21.59. 14,8 г FeO, 47,6 г Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 21.60. 22,4 г Fe, 4,8 г Mg. 21.61. 20,51% Mg, 28,72% Fe, 50,77% Al. 21.62. 8,125 г FeCl<sub>3</sub>, 10 г AlCl<sub>3</sub>. 21.63. а) 9,2 г; б) 16,1% CuSO<sub>4</sub>, 15,3% FeSO<sub>4</sub>. 21.64. а) Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; б) 1,49; в) 134 мл. 21.65. 0,84 г, 0,56 г. 21.66. 1,1 л. 21.67. 15,85 г. 21.68. 3,29 г. 21.69. 6,4 г Cu, 11,2 г Fe, 5,4 г Al. 21.70. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 21.71. Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. 21.72. 22,4 г Fe, 6,24 г Mg. 21.73. а) 1,58 л; б) 6,74 г. 21.74. а) 15% FeCl<sub>2</sub>, 23% FeCl<sub>3</sub>; б) 221 мл. 21.75. а) 16 г Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; б) 0,6 моль/л Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0,27 моль/л Na<sub>3</sub>[Al(OH)<sub>6</sub>]. 21.76. а) 1,97 г Au, 2,16 г Ag, 24,64 г Fe; б) 851 мл. 21.77. 28,7% FeCO<sub>3</sub>, 71,3% FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 21.78. 75%. 21.79. 196 г. 21.80. а) 6,8 г; б) 0,2 моль/л KOH, 0,6 моль/л KCl. 21.81. Fe.

22.1. 1,2%. 22.2. 76,4 кг. 22.3. а) 0,8 г CuSO<sub>4</sub>; б) 3,3 г. 22.4. Zn. 22.5. Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O. 22.6. 87 г. 22.7. Cr. 22.8. 120 г. 22.9. 81%. 22.10. 45 г. 22.11. 2,6 г Zn, 2,4 г Cu. 22.12. 28,7 л. 22.13. 216 кг. 22.14. 36,8 г. 22.15. 33,33 г HNO<sub>3</sub>, 85,05 г Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 22.16. Cr; 26,88 л. 22.17. 4,3%. 22.18. 0,75 л NO. 22.19. 5,04 л SO<sub>2</sub>. 22.20. 26,6 кг. 22.21. 20 г. 22.22. 6,7 л. 22.23. 11,4%. 22.24. 10%. 22.25. 240 г. 22.26. 1,09. 22.27. 165 мл. 22.28. на 0,27 г. 22.29. 90,25 л. 22.30. 19,2 г; 69,5 г. 22.31. 19,9 г. 22.32. 45% CuO, 55% Cu. 22.33. 23,5 г, 61,3 г. 22.34. 4,83 г. 22.35. 16,7% Cu, 83,3% CuO. 22.36. а) 33,6 л; б) 48 г Cu; 12 г Al. 22.37. на 27,6 г. 22.38. 48%. 22.39. 19:10. 22.40. а) 39,8 л Cl<sub>2</sub>; б) 108 г Cu. 22.41. 40,3% Al, 34,1% CuO, 25,6% Cu. 22.42. 1820 г. 22.43. 59 г, 97 мл. 22.44. 7,07%. 22.45. 158 г. 22.46. 17,8%. 22.47. а) 100 мл; б) 113 г. 22.48. 39,7 г. 22.49. 147 г. 22.50. 20,8% O<sub>2</sub>, 0,2% SO<sub>2</sub>, 79,0% N<sub>2</sub>. 22.51. 14,7 г, 82,8 мл. 22.52. а) 6,4%; б) 4,05%; в) 6,72 л. 22.53. 15,4% Ba(OH)<sub>2</sub>, 3,2% Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 2,8% Ba(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. 22.54. а) 7,1%; б) 4 л. 22.55. в 1,004 разу.

22.56. 52,51%  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 47,49%  $\text{AgNO}_3$ . 22.57. 31,2%  $\text{AgNO}_3$ , 68,8%  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .  
22.58. а) 30,4 г  $\text{BaCrO}_4$ ; б) 1080 мл. 22.59. а) 20%; б) 444 мл.  
23.1.  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ . 23.2. а) 1238 л; б) 1810  $\text{м}^3$ ; в) 120  $\text{м}^3$ ; г) 21,3  $\text{м}^3$ ; д) 714 мл.  
23.3. 333 л. 23.4.  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 23.5. 64 л. 23.6. 8,96 л;  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ . 23.7.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . 23.8.  $\text{C}_3\text{H}_8$ .  
23.9.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . 23.10.  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . 23.11.  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 23.12.  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 23.13.  $\text{C}_2\text{H}_4$ . 23.14.  $\text{CH}_4$ .  
23.15.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$ . 23.16. 21,1%. 23.17.  $\text{C}_3\text{H}_8$ . 23.18.  $\text{C}_2\text{H}_6$ . 23.19. 8,2 л. 23.20. 6,05 л.  
23.21. 16,4. 23.22.  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 23.23.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . 23.24. 6,72 л. 23.25. 49,5 л. 23.26. 34,5 л.  
23.27.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$ . 23.28. 3. 23.29. 90,9%. 23.30.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ . 23.31. 40,6%  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  
59,4 % г  $\text{NaOH}$ . 23.32. а) 63,2%  $\text{KOH}$ , 36,8%  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ; б) 55,2 %  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 44,8 %  
 $\text{KOH}$ . 23.33. 25 %. 23.34. 123 л. 23.35.  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ , три изомери. 23.36. 49,5%; 24,8%.  
23.37.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . 23.38. 65,5%  $\text{CH}_4$ , 25,5%  $\text{H}_2$ . 23.39.  $\text{C}_3\text{H}_8$ . 23.40.  $\text{C}_3\text{H}_8$ . 23.41. по 50%.  
23.42. а) на 32,7 г; б) не выстачить. 23.43. а) 15,8%  $\text{CH}_4$ , 42,2%  $\text{CO}_2$ , 21%  $\text{H}_2$ ,  
21%  $\text{CO}$ ; б) 39,9%. 23.44. 50%; 52,6%  $\text{CH}_4$ , 47,4%  $\text{H}_2\text{O}$ . 23.45. в 1,12 разу.  
24.1.  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 24.2.  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 24.3. 86%. 24.4.  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 24.5. а) 28 г; б) 106 г; в) 37,6 г.  
24.6. 5,32  $\text{м}^3$ , 2,66  $\text{м}^3$ . 24.7.  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 24.8.  $\text{C}_5\text{H}_8\text{Br}_2$ . 24.9. 152 мл. 24.10. 45 л.  
24.11. 50%  $\text{C}_2\text{H}_2$ , 50%  $\text{C}_2\text{H}_6$ . 24.12.  $\text{C}_2\text{H}_4$ . 24.13.  $\text{C}_4\text{H}_6$ . 24.14.  $\text{C}_4\text{H}_6$ . 24.15. 56 л.  
24.16. а) 214 мл; б) 53,4  $\text{м}^3$ ; в) 1937  $\text{см}^3$ . 24.17. 180 мл  $\text{C}_2\text{H}_4$ , 20 мл  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 24.18. 33,3%  
 $\text{C}_3\text{H}_6$ , 66,7%  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 24.19. 508 мл. 24.20. 22,4 л. 24.21. 50,05%. 24.22. 60%  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  
40%  $\text{CH}_4$ . 24.23. 745 л. 24.24. 20%  $\text{CH}_4$ , 44,5%  $\text{C}_2\text{H}_4$  та 35,5%  $\text{C}_4\text{H}_8$ . 24.25.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ .  
24.26.  $\text{C}_4\text{H}_6$ . 24.27. 29%  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 7,7%  $\text{KHCO}_3$ . 24.28. 77%. 24.29.  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_6$ .  
24.30.  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . 24.31.  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . 24.32.  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ . 24.33. а) 50%  $\text{C}_2\text{H}_2$ , 50%  $\text{C}_3\text{H}_6$ ;  
б) 38,2%  $\text{C}_2\text{H}_2$ , 61,8%  $\text{C}_3\text{H}_6$ . 24.34.  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ . 24.35. 0,3237, 0,6358. 24.36. 54,96%  $\text{C}_2\text{H}_2$ ,  
35,95%  $\text{C}_2\text{H}_4$ , 9,09%  $\text{C}_2\text{H}_6$ . 24.37. а)  $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$ , 3-хлор-1-пропен, 2-хлор-1-пропен,  
цис-1-хлор-1-пропен, транс-1-хлор-1-пропен; б) 2500 мл. 24.38. 66,7%.  
24.39. а) 27 г; б) 2000 г. 24.40. 151 л. 24.41. а) 77,3 л; б) 11,1%. 24.42. а) 53,8%  $\text{O}_2$ ,  
15,4%  $\text{N}_2$ , 30,8%  $\text{CO}_2$ ; б) 1,07 г. 24.43. 50 %. 24.44. 11,2 л  $\text{CH}_4$ , 28 л  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 5,6 л  $\text{C}_2\text{H}_2$ .  
24.45. 5,6 л. 24.46. 128,6 л. 24.47. 7,25.  
25.1. 48  $\text{м}^3$ . 25.2. 334 г. 25.3. 3,59 л. 25.4. 23,1  $\text{м}^3$ . 25.5. 50,2 г.  
25.6.  $\text{C}_6\text{H}_5$  —  $\text{CH}=\text{CH}_2$ , стирен. 25.7. 146 мл. 25.8. 50%. 25.9. 50%.  
25.10. 35368  $\text{м}^3$ . 25.11. 25,2 л. 25.12. 57,5 г. 25.13. 5,4  $\text{м}^3$ . 25.14. 2,13 г. 25.15. 19 г.  
25.16. 33,3 г. 25.17. 93,7 г. 25.18. 10%. 25.19. 8,1 г  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 15 г  $\text{CaCO}_3$ .  
25.20. 32  $\text{м}^3$ . 25.21. а) 71,8%; б) 1714 г. 25.22.  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ . 25.23.  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ . 25.24. а)  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ;  
б) 224 л. 25.25. 86,7%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ , 13,3%  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$ . 25.26. 0,58. 25.27. 88,9%.  
25.28. 60%. 25.29. 114 г. 25.30. 6,72 г  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ , 1,64 г  $\text{C}_6\text{H}_{10}$ .  
26.1. 83 г. 26.2. 255 г. 26.3. а) 42,6 л; б) 87,4 г; в) 60,8 г  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 87,4 г  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .  
26.4. 10,8%. 26.5. а)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ; б) 1,12 л. 26.6.  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ . 26.7.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 26.8. 56,4%.  
26.9. 49,5%. 26.10. 560 мл. 26.11. 41%. 26.12. 418 мл. 26.13. 7,65 г. 26.14.  $\text{CH}_3\text{OH}$ .  
26.15. 1-пропанол. 26.16. 80,3%. 26.17. 23 г  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ , 9,4 г  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .  
26.18.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ ; 67,5 мл. 26.19. 9,5 л. 26.20. 2,35 г  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 8,65 г  $\text{C}_6\text{H}_4\text{ONHBr}$ .  
26.21. 89,8%. 26.22. 184 кг. 26.23. 1,2-пропандиол; 13 г. 26.24. 12,5 %; 40%.

26.25. а) 5,26%; б) 20%. 26.26. 39,42%. 26.27. 4,36 атм. 26.28. 189 г  $(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_3)_2\text{Cu}$ .  
26.29.  $\text{N}_2$ ; 18,5 г; 14,8 л. 26.30. 13,5 атм.  
27.1. 1,2 т. 27.2. 1,01 г. 27.3.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 27.4. 0,81 т. 27.5. 314 г. 27.6.  $\text{CH}_3\text{COH}$ .  
27.7. 41,8%. 27.8. 67,2 л. 27.9.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}$ . 27.10.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ . 27.11. 58,3 г. 27.12.  $\text{CH}_3\text{COH}$ .  
27.13. 9,1%. 27.14.  $\text{CH}_3\text{COH}$ . 27.15. 536 г. 27.16. 84,7 г. 27.17. 20%. 27.18. 2,91 атм.  
27.19. 0,448 л. 27.20. 12,4 г. 27.21. 25,4%. 27.22.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$ . 27.23. 31,25%.  
27.24.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH}$ . 27.25. 1,5 моль; 66 г,  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул. 27.26. 74%.  
28.1. 16,1%. 28.2. 35,3 мл. 28.3. 223 мл. 28.4. 72 мл. 28.5.  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ . 28.6. 29%  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ . 28.7. 243 кг. 28.8. 64 г. 28.9.  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ . 28.10. 16,1%  $\text{HCOOH}$ , 83,9%  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ . 28.11. 30,8%. 28.12. 89%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 11%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . 28.13. 36,28%  
 $\text{CH}_3\text{COONa}$ ; 63,72%  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ . 28.14. 13,3%. 28.15.  $\text{HCOOH}$ ; 4,48 л.  
28.16.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ; 4,8 г  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ . 28.17.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ; 8,6 мл.  
28.18. 45%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 38%  $\text{CH}_3\text{COH}$ , 17%  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 28.19.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . 28.20. 8,46 г.  
28.21. а) 46%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) 129,4 г. 28.22. 4,6 г  $\text{HCOOH}$ , 6 г  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .  
28.23. 16,7%  $\text{HCOOH}$ ; 83,3%  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 28.24.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ . 28.25. 51,5 г. 28.26. 3,2 л.  
28.27. 17,2 г  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COH}$ ; 7,2 г  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COH}$ . 28.28. 27,2 г  $\text{HCOONa}$ ,  
21,2 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . 28.29. 25,92 г  $\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_5$ , 5,28 г  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ . 28.30. 98,5%  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 1,5%  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 28.31. 9,2 г  $\text{HCOOH}$ , 4,8 г  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . 28.32. 101,3 г;  
70%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 30%  $\text{HCOONa}$ . 28.33.  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ . 28.34. а) 2,42 г; б) 43,8%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  
56,2%  $\text{HCOONa}$ . 28.35. 57%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 43%  $\text{HCOOH}$ . 28.36. 0,4 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;  
0,1 моль  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,1 моль  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ , 0,35 моль  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 0,05 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . 28.37. 70%.  
28.38. 77%. 28.39. 49%  $\text{NaOH}$ , 51%  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . 28.40. 63,7%. 28.41.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .  
28.42. а) 19%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 6,9%  $\text{HCOOH}$ ; б) 64,8 г. 28.43.  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{COC}_{17}\text{H}_{35})_3$ .  
29.1. 32 г. 29.2. 356 кг. 29.3. 92,4%. 29.4. 138 г  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 200 г  $\text{KHCO}_3$ . 29.5. 17,1 г.  
29.6. 81 кг. 29.7. 35,2%. 29.8. 620 кг, 723 кг. 29.9. 5,03 т; 29,6 т. 29.10. 338 кг.  
29.11. 38,3%. 29.12. 135 г. 29.13. 13 г. 29.14. 92 г. 29.15. 66,7%. 29.16. 67%.  
29.17. а) 335 г; б) 128 г. 29.18. а) 25,6 г; б) 40 г. 29.19. 2,96 т. 29.20. 22,7%.  
29.21. 36 г.  
30.1. 1236 л. 30.2. а) 71,7%; б) 355 г. 30.3. 5,6 л. 30.4. 79,85 кг. 30.5.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ .  
30.6. 11,2 л. 30.7. 2,1 г. 30.8. 50,8 г. 30.9. 56 г. 30.10. 132 г. 30.11.  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .  
30.12. 38,5%  $\text{C}_6\text{H}_6$ , 10,3%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 51,2%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.13. 33,1%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ,  
66,9%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.14. 12%. 30.15. 36,7 л. 30.16. 4,5 г. 30.17. 8 л. 30.18. 67,7%  
 $\text{C}_6\text{H}_6$ , 32,3%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.19. 37,2%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , 5,64%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 57,16%  $\text{C}_6\text{H}_6$ .  
30.20.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ; 8,96 л. 30.21.  $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$ . 30.22. 384 г. 30.23. 20%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 15%  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.24. 9%. 30.25. 18,8%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , 9,3%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , 71,9%  $\text{C}_6\text{H}_6$ .  
30.26. 2,49 л. 30.27. 50%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ , 50%  $\text{C}_2\text{H}_6$ . 30.28. 29,5%  $\text{C}_6\text{H}_6$ , 14,6%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ,  
55,9%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ . 30.29. 66,2%. 30.30. 74,8%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ , 25,2%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.31. 76,2%.  
30.32. 4,75 г. 30.33. 0,3 моль  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 0,4 моль  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . 30.34. 49,2%  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ .  
30.35. 67,8%  $\text{C}_6\text{H}_6$ , 32,2%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.36. 44,7%. 30.37. 9,75 г. 30.38. 29,5%  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  
70,5%  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . 30.39. 16,5%. 30.40. 74,1%. 30.41. 34,8%.  
31.1. 82 г; 24 л. 31.2. 14,1 г. 31.3. 164 г. 31.4. 399 г.  
31.5.  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ . 31.6. 483 мл. 31.7. 0,224 л. 31.8. 15,75 г.

31.9. 48 мл. 31.10. 12,6 г  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_3\text{Cl})\text{COOH}$ . 31.11. 50,6 г.  
 31.12. 19,4%  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , 35%  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ , 45,6%  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ . 31.13. 31 мл.  
 31.14. 28 мл. 31.15. 9,8 л. 31.16. 57. 31.17. 1: 4. 31.18. 7,5 г  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ ;  
 20,6 г  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ . 31.19. 17,8 г  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , 9,3 г  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .  
 31.20. 15 г  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , 8,9 г  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ . 31.21.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ .  
 31.22. 413 г. 31.23. 65. 31.24. 47,1%  $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , 46,4%  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ,  
 6,5%  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . 31.25.  $\text{C}_4\text{H}_8(\text{NH}_2)_2$ . 31.26.  $\text{C}_5\text{H}_{10}(\text{NH}_2)_2$ . 31.27.  $\text{C}_5\text{H}_{10}(\text{NH}_2)_2$ .

## Додатки

### Розчинність неорганічних речовин у воді при 20°C

Іони	$\text{OH}^-$	$\text{F}^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{I}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$
$\text{H}^+$		р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	р
$\text{NH}_4^+$	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	—	р
$\text{Li}^+$	р	м	р	р	р	р	р	р	р	м	р	н	р
$\text{Na}^+, \text{K}^+$	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
$\text{Mg}^{2+}$	м	н	р	р	р	р	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Ca}^{2+}$	м	н	р	р	р	р	м	н	р	н	н	н	р
$\text{Sr}^{2+}$	м	н	р	р	р	р	н	м	р	н	н	н	р
$\text{Ba}^{2+}$	р	м	р	р	р	р	н	н	р	н	н	н	р
$\text{Al}^{3+}$	н	м	р	р	р	—	—	р	р	н	—	н	р
$\text{Cr}^{3+}$	н	н	р	р	р	—	—	р	р	н	—	н	р
$\text{Zn}^{2+}$	н	м	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Mn}^{2+}$	н	м	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	н	р	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Fe}^{2+}$	н	н	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Fe}^{3+}$	н	н	р	р	р	—	—	р	р	н	н	н	р
$\text{Cd}^{2+}$	н	р	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Hg}^{2+}$	—	—	р	м	н	н	н	р	р	н	н	—	р
$\text{Cu}^{2+}$	н	н	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
$\text{Ag}^+$	—	р	н	н	н	н	н	м	р	н	н	н	р
$\text{Sn}^{2+}$	н	р	р	р	р	н	—	р	—	н	—	—	р
$\text{Pb}^{2+}$	н	н	м	м	н	н	н	н	р	н	н	н	р

р — розчинна речовина; н — практично нерозчинна речовина; м — малорозчинна речовина;  
 — речовини не існує або розкладається водою.

### Відносні молекулярні маси неорганічних сполук

Іони	$\text{H}^+$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ba}^{2+}$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Cr}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Ag}^+$	$\text{Pb}^{2+}$
$\text{O}^{2-}$	—	—	62	94	153	56	40	102	152	72	160	71	81	80	232	223
$\text{OH}^-$	18	35	40	56	171	74	58	78	103	90	107	89	99	98	125	241
$\text{F}^-$	20	37	42	58	175	78	62	84	109	94	113	93	103	102	127	245
$\text{Cl}^-$	36,5	53,5	58,5	74,5	208	111	95	133,5	158,5	127	162,5	126	136	135	143,5	278
$\text{Br}^-$	81	98	103	119	297	200	184	267	292	216	296	215	225	224	188	367
$\text{I}^-$	128	145	150	166	391	294	278	408	433	310	437	309	319	318	235	461
$\text{NO}_3^-$	63	80	85	101	261	164	148	213	238	180	242	179	189	188	170	331
$\text{S}^{2-}$	34	68	78	110	169	72	56	150	200	88	208	87	97	96	248	239
$\text{SO}_3^{2-}$	82	116	126	158	217	120	104	294	344	136	352	135	145	144	296	287
$\text{SO}_4^{2-}$	98	132	142	174	233	136	120	342	392	152	400	151	161	160	312	303
$\text{CO}_3^{2-}$	62	96	106	138	197	100	84	234	284	116	292	115	125	124	276	267
$\text{SiO}_3^{2-}$	78	112	122	154	213	116	100	282	332	132	340	131	141	140	292	283
$\text{PO}_4^{3-}$	98	149	164	212	601	310	262	122	147	358	151	355	385	382	419	811
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	60	77	82	98	255	158	142	204	229	174	233	173	183	182	167	325

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА

ГРУПИ

ПЕРІОДИ	ГРУПИ						
	I	II	III	IV	V		
1	<b>H</b> 1,0079 1s <sup>1</sup> Гідроген						
2	<b>Li</b> 6,941 [He]2s <sup>1</sup> Літій	<b>Be</b> 9,0122 [He]2s <sup>2</sup> Берилій	<b>B</b> 10,811 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup> Бор	<b>C</b> 12,011 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup> Карбон	<b>N</b> 14,007 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> Нітроген		
3	<b>Na</b> 22,990 [Ne]3s <sup>1</sup> Натрій	<b>Mg</b> 24,305 [Ne]3s <sup>2</sup> Магній	<b>Al</b> 26,982 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> Алюміній	<b>Si</b> 28,086 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> Силіцій	<b>P</b> 30,974 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> Фосфор		
4	<b>K</b> 39,098 [Ar]4s <sup>1</sup> Калій	<b>Ca</b> 40,078 [Ar]4s <sup>2</sup> Кальцій	<b>Sc</b> 44,956 [Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup> Скандій	<b>Ti</b> 47,88 [Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup> Титан	<b>V</b> 50,942 [Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> Ванадій		
	<b>Cu</b> 63,546 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup> Купрум	<b>Zn</b> 65,39 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> Цинк	<b>Ga</b> 69,723 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup> Галій	<b>Ge</b> 72,59 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup> Германій	<b>As</b> 74,922 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup> Арсен		
5	<b>Rb</b> 85,468 [Kr]5s <sup>1</sup> Рубідій	<b>Sr</b> 87,62 [Kr]5s <sup>2</sup> Стронцій	<b>Y</b> 88,906 [Kr]4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup> Ітрій	<b>Zr</b> 91,224 [Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup> Цирконій	<b>Nb</b> 92,906 [Kr]4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup> Ніобій		
	<b>Ag</b> 107,87 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup> Аргентум	<b>Cd</b> 112,41 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> Кадмій	<b>In</b> 114,82 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup> Індій	<b>Sn</b> 118,71 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup> Станум	<b>Sb</b> 121,75 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup> Стибій		
6	<b>Cs</b> 132,91 [Xe]6s <sup>1</sup> Цезій	<b>Ba</b> 137,33 [Xe]6s <sup>2</sup> Барій	<b>*La</b> 138,91 [Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> Лантан	<b>Hf</b> 178,49 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup> Гафній	<b>Ta</b> 180,95 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup> Тантал		
	<b>Au</b> 196,97 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup> Аурум	<b>Hg</b> 200,59 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> Меркурій	<b>Tl</b> 204,38 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup> Талій	<b>Pb</b> 207,2 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup> Плюмбум	<b>Bi</b> 208,98 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup> Бісмут		
7	<b>Fr</b> (223) [Rn]7s <sup>1</sup> Францій	<b>Ra</b> 226,02 [Rn]7s <sup>2</sup> Радій	<b>**Ac</b> (227) [Rn]6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Актиній	<b>Rf</b> (261) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> Резерфордій	<b>Db</b> (262) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup> Дубній		
Висні оксиди	<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>RO</b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>2</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>		
Легкі водневі сполуки				<b>RH<sub>4</sub></b>	<b>RH<sub>3</sub></b>		
*	58 140,12 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Церій	59 140,91 [Xe]4f <sup>13</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Празеодим	60 144,24 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Неодим	61 (147) [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Прометій	62 150,36 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Самарій	63 151,96 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Європій	64 157,25 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Гадоліній
**	90 232,04 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> Торій	91 (231) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Протактиній	92 238,03 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Уран	93 (237) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Нептуній	94 (244) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Плутоній	95 (243) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Америцій	96 (247) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Кюріцій

ІМЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

ЕЛЕМЕНТІВ

VI		VII		VIII									
Порядковий номер		Символ		Назва елемента систематична									
		<b>He</b> 4,0026 1s <sup>2</sup> Гелій		<table border="1"> <tr> <td>26 55,847 [Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup></td> <td><b>Fe</b> Ферум</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				26 55,847 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>Fe</b> Ферум				
26 55,847 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>Fe</b> Ферум												
				Атомна маса									
				Електронна конфігурація									
8 15,999 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> Флуор	9 18,998 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> Флуор	10 20,179 [He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> Неон											
16 32,066 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> Хлор	17 35,453 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> Хлор	18 39,948 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> Аргон											
24 51,996 [Ar]3d <sup>4</sup> 4s <sup>1</sup> Хром	25 54,938 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup> Манган	26 55,847 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> Ферум	27 58,933 [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup> Кобальт	28 58,69 [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup> Нікол									
34 78,96 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup> Бром	35 79,904 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup> Бром	36 83,80 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> Криптон											
42 95,94 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup> Молибден	43 (99) [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup> Технецій	44 101,07 [Kr]4d <sup>6</sup> 5s <sup>1</sup> Рутеній	45 102,91 [Kr]4d <sup>6</sup> 5s <sup>1</sup> Родій	46 106,42 [Kr]4d <sup>7</sup> 5s <sup>0</sup> Паладій									
52 127,60 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup> Іод	53 126,90 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup> Іод	54 131,29 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> Ксенон											
74 183,85 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup> Вольфрам	75 186,21 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup> Реній	76 190,2 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> Осмій	77 192,22 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> Іридій	78 195,08 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup> Платина									
84 (209) [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup> Астат	85 (210) [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup> Астат	86 (222) [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> Радон											
106 (263) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Сиборгій	107 (262) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> Борій	108 (265) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup> Гасій	109 (266) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup> Майтнерій	110 [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup> Унунній									
<b>RO<sub>3</sub></b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	<b>RO<sub>4</sub></b>											
<b>H<sub>2</sub>R</b>	<b>HR</b>												
66 162,5 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Диспрозій	67 164,93 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Гольмій	68 167,26 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Ербій	69 168,93 [Xe]4f <sup>13</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Тулій	70 173,04 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Іттербій	71 174,97 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>0</sup> 6s <sup>2</sup> Лютецій								
97 (247) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Берклій	98 (249) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Каліфорній	99 (252) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Ейнштейній	100 (257) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Фермій	101 (258) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Менделевій	102 (259) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>0</sup> 7s <sup>2</sup> Нобелій	103 (260) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> Лоуренцій							

Відносні молекулярні маси органічних сполук

	X	-OH	-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O	-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> O	-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> O	-NH <sub>2</sub>	-NO <sub>2</sub>	-Br	-Cl	-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>
		17	29	45	73	16	46	80	35,5	77
CH <sub>3</sub> -	15	32	44	60	88	31		95	50,5	92
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -	29	46	58	74	102	45		109	64,5	106
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> -	43	60	72	88				123	78,5	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -	77	94		122		93	123	157	112,5	
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> -	239			284						
C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> -	237			282						
H-	1	18	30	46	74	17		81	36,5	78
CH <sub>2</sub> -O-   CH-O-   CH <sub>2</sub> -O-	89						227			
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> -	180									
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> -	78									
(-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> -)	162									

Електрохімічний ряд потенціалів металів

Li Cs K Ba Ca Na Mg Al Mn Be Zn Cr Fe Co Ni Sn Pb H Bi Cu Hg Ag Pt Au

хімічна активність зменшується →

Значення основних фізичних констант

Назва	Позначення	Числове значення
Заряд електрона	$e^-$	$1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл
Атомна одиниця маси	а. о. м.	$1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
Абсолютний нуль температури		$-273,15^\circ\text{C}$
Стала Авогадро	$N_A$	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Стала Фарадея	$F$	$9,648 \cdot 10^4$ Кл/моль (26,8 А·год/моль)
Універсальна газова стала	$R$	$8,314$ Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup> (0,082 л·атм·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup> )
Молярний об'єм газу за н.у. (0°C і тиску 101,32 кПа)	$V_m$	$22,41 \cdot 10^{-3}$ м <sup>3</sup> ·моль <sup>-1</sup> (22,4 л/моль)

Назви і склад деяких природних сполук і мінералів

Назва	Склад
Боксит	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O
Вапняк (крейда)	В основному CaCO <sub>3</sub> (кальцит)
Галеніт (свинцевий блиск)	PbS
Гіпс	CaSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O
Доломіт	CaCO <sub>3</sub> · MgCO <sub>3</sub>
Залізняк	
бурий	2Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O
магнітний (магнетит)	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (FeO · Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
червоний (гематит)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Кальцит (ісландський шпат)	CaCO <sub>3</sub>
Кіновар	HgS
Корунд	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Кріоліт	3NaF · AlF <sub>3</sub> (Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> )
Куприт	Cu <sub>2</sub> O
Магнезит	MgCO <sub>3</sub>
Малахіт	CuCO <sub>3</sub> · Cu(OH) <sub>2</sub>
Пірит (залізний колчедан)	FeS <sub>2</sub>
Піролюзит	MnO <sub>2</sub>
Сидерит	FeCO <sub>3</sub>
Сильвініт	KCl · NaCl
Фосфорит	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
Халькопірит	CuFeS <sub>2</sub>
Цинкова обманка	ZnS

Тривіальні назви та склад деяких речовин та сумішей

Назва	Склад
Амоніачна вода (нашатирий спирт)	Водний розчин амоніаку (NH <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O або NH <sub>4</sub> OH)
Баритова вода	Водний розчин Ва(OH) <sub>2</sub>
Бертолетова сіль	KClO <sub>3</sub>
Білильне (хлорне вапно)	CaCl(OCl) або CaOCl <sub>2</sub>
Вапно	
гашене	Ca(OH) <sub>2</sub>
натронне	Суміш CaO з NaOH (2:1)
негашене (палене)	CaO
Вапняна вода	Водний розчин Ca(OH) <sub>2</sub>
Веселильний газ	N <sub>2</sub> O
Водяний газ	Суміш CO і H <sub>2</sub>
Вуглекислий газ	CO <sub>2</sub>
Галун	
алюмоамонійний	Al(NH <sub>4</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O
алюмокалійний	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O
Гірка сіль	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O



Назва	Склад
Глауберова сіль	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Глинозем	$\text{Al}_2\text{O}_3$
Їдке калі	KOH
Їдкий натр	NaOH
Каломель	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$
Кам'яна (кухонна) сіль	NaCl
Купорос	
залізний	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
мідний	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
цинковий	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Нашатир	$\text{NH}_4\text{Cl}$
Олеум	Розчин $\text{SO}_3$ в $\text{H}_2\text{SO}_4$
Плавикова кислота	HF
Поташ	$\text{K}_2\text{CO}_3$
Селітра	
амоніачна	$\text{NH}_4\text{NO}_3$
вапнякова (норвезька)	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
калієва (індійська)	$\text{KNO}_3$
натрієва (чилійська)	$\text{NaNO}_3$
Сіль Мора	$\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Сірководнева вода	Водний розчин $\text{H}_2\text{S}$
Сода	
кальцинована	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
каустична	NaOH
кристалічна	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
питна	$\text{NaHCO}_3$
Сулема	$\text{HgCl}_2$
Фосген	$\text{COCl}_2$
Хлорна вода	Розчин $\text{Cl}_2$ у воді
Чадний газ	CO

## Зміст

Передмова.....	3
<b>Частина I. Загальна хімія.....</b>	<b>4</b>
Розділ 1. Основні поняття і закони хімії.....	4
Розділ 2. Розрахунки за хімічними формулами.....	10
Розділ 3. Знаходження молекулярної формули речовини.....	15
Розділ 4. Хімічний еквівалент речовини.....	20
Розділ 5. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів Д. І. Менделєєва. Будова атома. Хімічний зв'язок.....	25
Розділ 6. Розрахунки за хімічними рівняннями.....	33
Розділ 7. Розчини. Електролітична дисоціація.....	60
Розділ 8. Реакції за участю газоподібних речовин.....	86
Розділ 9. Нестандартні задачі.....	104
Розділ 10. Термохімічні розрахунки.....	109
Розділ 11. Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага.....	113
Розділ 12. Окисно-відновні реакції.....	118
Розділ 13. Електроліз.....	127
<b>Частина II. Неорганічна хімія.....</b>	<b>137</b>
Розділ 14. Окисген, Гідроген та їхні сполуки.....	137
Розділ 15. Сульфур та його сполуки.....	141
Розділ 16. Галогени.....	148
Розділ 17. Нітроген, Фосфор та їхні сполуки.....	153
Розділ 18. Карбон, Силіцій та їхні сполуки.....	159
Розділ 19. Метали головних підгруп першої та другої груп періодичної системи елементів.....	165
Розділ 20. Алюміній та його сполуки.....	170
Розділ 21. Ферум та його сполуки.....	177
Розділ 22. Елементи побічних підгруп періодичної системи елементів (Cu, Zn, Ag, Mn, Cr).....	184
<b>Частина III. Органічна хімія.....</b>	<b>190</b>
Розділ 23. Насичені вуглеводні.....	190
Розділ 24. Ненасичені вуглеводні.....	194
Розділ 25. Ароматичні вуглеводні.....	199
Розділ 26. Насичені одноатомні спирти. Багатоатомні спирти. Феноли.....	202
Розділ 27. Альдегіди.....	205
Розділ 28. Карбонові кислоти. Естери. Жири.....	208
Розділ 29. Вуглеводи.....	212
Розділ 30. Аміни.....	214
Розділ 31. Амінокислоти. Білки.....	218
<b>Частина IV. Розв'язки типових задач.....</b>	<b>221</b>
Список рекомендованої літератури.....	297
Відповіді.....	298
Додатки.....	313

Навчальне видання

*Ольга Веніамінівна Березан*  
**Збірник задач з хімії**

*Навчальний посібник для учнів  
середніх загальноосвітніх навчальних закладів*

Редактор *Андрій Вовк*

Літературний редактор *Оксана Давидова*

Обкладинка *Олени Соколюк*

Підписано до друку 25.12.2007. Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.  
Друк офсетний. 18,6 ум.-др. арк., 16,55 обл.-вид. арк. Тираж 3000. Замовлення № 07-401

Редакція газети «Підручники і посібники». Свідоцтво ТР №189 від 10.01.96.  
46020, м. Тернопіль, вул. Поліська, б.  
Тел. 8-(0352)-43-10-31; 43-15-15. Факс 8-(0352)-43-10-21. E-mail: pp@pp.utel.net.ua  
[www.pp.utel.net.ua](http://www.pp.utel.net.ua)



