

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ВІДДІЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ, ЛОГІСТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ ДИСЦИПЛІН

М.Г.Новіков,
викладач – методист

Фізика (Електрика)

Для спеціальності

5.05010201

«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

навчальний посібник

Ніжин

2015

*Розглянуто на засіданні циклової комісії
Протокол № 3 від 27.10.2015 р.*

*Рекомендовано до видання
Педагогічною Радою ВП НУБіП України
« Ніжинський агротехнічний коледж »
Протокол № 4 від 30. 11.2015 р.*

Автор:

викладач – методист ВП НУБіП України
« Ніжинський агротехнічний коледж »
М.Г.Новіков

Рецензенти:

Завідувач кафедри життєдіяльності людини Відокремленого підрозділу
Національного університету біоресурсів і природокористування України
«Ніжинський агротехнічний інститут», кандидат педагогічних наук, доцент
О.А.Заболотній

Викладач Відокремленого підрозділу Національного університету
біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний
коледж»
М.А.Носенко

Новіков М.Г.

**ФІЗИКА (Електрика) для спеціальності 5.05010201 «Обслуговування
комп'ютерних систем і мереж»: навчальний посібник**

- Ніжин: ПП Лисенко, 2015.- 48 с.

*Посібник містить чотирнадцять лекцій, збірник задач для дванадцяти
практичних занять, чотири протоколи лабораторних робіт та
рекомендації для самостійної роботи з дисципліни «Фізика», довідкові
матеріали, необхідні для виконання робіт і список літератури,
використаної при підготовці навчального посібника.
Створений для студентів ВНЗ I–II рівнів акредитації і викладачів .*

© М.Г.Новіков, 2015

Частина I

ЛЕКЦІЇ

ВСТУП

Сучасний науково – технічний прогрес неможливо уявити без **вчення про електрику і магнетизм**. Наявністю, рухом і взаємодією електричних зарядів зумовлені найпоширеніші у нашому повсякденному оточенні **електромагнітні явища**. **Електромагнітна взаємодія** внаслідок того, що вона на багато порядків інтенсивніша, ніж інші три види взаємодії, зустрічається найчастіше і багата проявами в мега – , макро – і мікросвіті.

Історія вивчення електромагнетизму налічує тисячі років: китайці користувалися **магнітним компасом** вже **за дві тисячі років до нашої ери**, Фалес Мілетський **за 600 років до нашої ери** описав **електризацію бурштину, наприкінці XVI ст.** У.Гілберт (англ.) описав ще понад 20 речовин, здатних електризуватися, він же ввів термін «**електрика**».

У 1670 р. О.Геріке (нім.) побудував **електростатичну машину**, у 1729 р. С.Грей (англ.) поділив всі речовини на **провідники і непровідники**, у 1745-1746 рр. П.Мушенбрук (гол.) винайшов **перший конденсатор – лейденську банку**, у 1785 р. Ш.Кулон встановив **закон взаємодії нерухомих електричних зарядів**, з якого власне починається сучасний етап вивчення електромагнітних явищ.

Вчення про електромагнетизм сьогодні можна умовно поділити на такі три напрямки:

- 1) основні поняття і закономірності електромагнетизму;
- 2) електричні та магнітні властивості речовини;
- 3) технічне і практичне застосування електромагнітних явищ.

1.ЕЛЕКТРОСТАТИКА

Лекція №2

Електричне поле. Напруженість електричного поля. Силві лінії електричного поля

Існують *два види електричних зарядів: позитивні* (шовк + скло) і *негативні* (ебоніт + шерсть).

Закон збереження електричних зарядів: алгебраїчна сума зарядів, які виникають внаслідок будь-якого електричного процесу на всіх тілах, що беруть участь у процесі, завжди дорівнює нулю.

Закон Кулона (1785 р.) : два нерухомі точкові електричні заряди взаємодіють із силою, прямо пропорційною добутку цих зарядів і обернено пропорційною квадрату відстані між ними

$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon R^2}$, де $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$, ϵ – відносна діелектрична проникність речовини, показує в скільки разів послаблюється кулонівська сила в даній речовині .

або $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, де $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)$ – електрична стала.

Електричне поле є одним з видів матерії. Основна властивість електричного поля, завдяки якій воно виявляє своє існування, – це здатність діяти на електричні заряди з певною **силою**.

Силова характеристика електричного поля : напруженість – векторна фізична величина, що чисельно дорівнює відношенню сили, з якою поле діє на точковий заряд, уміщений в цю точку, до цього заряду: $E = \frac{F}{q}$, одиниця 1 Н/Кл, напрямок збігається з напрямком F для позитивного заряду.

Принцип суперпозиції полів : **напруженість результуючого електричного поля дорівнює векторній сумі напруженостей полів, створюваних окремими зарядами.**

Силова лінія – це математична лінія, напрям дотичної до якої у кожній точці збігається з напрямом напруженості у цій точці.

Потенціал. Різниця потенціалів. Напряга. Зв'язок між напруженістю і напрягою

Електричне поле *потенціальне* – робота сил поля під час переміщення в ньому заряду не залежить від траєкторії, а лише від положення початкової і кінцевої точок: $A = \Pi_1 - \Pi_2$, де Π – енергія електричного поля у відповідній точці. Відповідно:

$$\frac{A}{q} = \frac{\Pi_1}{q} - \frac{\Pi_2}{q} = \varphi_1 - \varphi_2,$$

де φ – енергетична характеристика електричного поля, потенціал.

Потенціал електростатичного поля – це фізична величина, що чисельно дорівнює роботі, яку виконують сили електричного поля при переміщенні пробного одиничного заряду із заданої точки в нескінченність. Оскільки поняття «нескінченність» фізично невизначене, фізичний смисл має тільки *різниця потенціалів – напряга*

$$U = \varphi_1 - \varphi_2,$$

[вольт, 1 В = 1 Дж / Кл].

Геометричне місце точок поля, потенціали яких є однаковими, називають *еквіпотенціальними поверхнями*. При переміщенні заряду вздовж еквіпотенціальної поверхні робота дорівнює нулю, тому силові лінії напруженості завжди перпендикулярні еквіпотенціальним поверхням.

Для однорідного електричного поля $E = \frac{U}{d}$, де $U = \varphi_1 - \varphi_2$ – різниця потенціалів між двома точками, d – відстань між ними. Ця формула також визначає розмірність напруженості в СІ: [В / м].

Потенціал електростатичного поля точкового заряду q в точці, що знаходиться на відстані r від нього знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{q}{k\epsilon r},$$

за цією ж формулою знаходимо потенціал електростатичного поля кулі з рівномірно розподіленим по її поверхні зарядом для точок, що лежать за її межами. Всередині такої кулі існує постійний потенціал величиною:

$$\varphi = \frac{q}{k\epsilon R},$$

де R – радіус названої кулі.

**Електроємність.
Конденсатори: види та використання.
Енергія електричного поля**

Електроємністю провідника називають величину, яка вимірюється відношенням заряду провідника до його потенціалу: $C = \frac{q}{\phi}$ [фарад, $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл} / \text{В}$]. Оскільки 1 Ф це дуже велика електроємність, на практиці використовуються мікрофаради ($1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$) і пікофаради ($1 \text{ пкФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$). Пристрої, що мають велику електроємність, називаються **конденсаторами**. Вони складаються з двох провідних пластин (обкладок), розділених шаром діелектрика. Для конденсатора: $C = \frac{q}{U}$, де U – **напруга між обкладками**. **Ємність плоского конденсатора** прямо пропорційна робочій площі пластин і відносній діелектричній проникності діелектрика й обернено пропорційна відстані між пластинами: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$. Щоб одержати потрібну електроємність при заданій робочій напрузі, конденсатори з'єднують у **батарей**. При **послідовному** з'єднанні (рис.1), ємність усієї батареї визначають з виразу: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$, а при **паралельному** (рис.2): $C = C_1 + C_2$

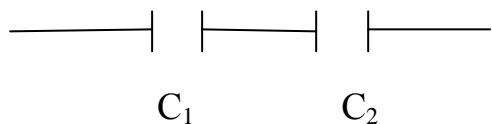


Рис. 1

Конденсатори поділяються за формою на **плоскі, циліндричні і сферичні**.

Види конденсаторів:

- 1)Паперові
- 2)Слюдяні
- 3)Електролітичні
- 4)Керамічні
- 5)Змінної ємності

Конденсатори використовуються в електротехніці і радіотехніці.

Енергія електричного поля зарядженого конденсатора:

$$W = \frac{1}{2}qU = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

Постійний електричний струм. Електричне коло. Джерела і споживачі електричного струму. Закон Ома для ділянки кола

Упорядкований рух електричних зарядів називається *електричним струмом*. Частинки, рух яких і створює струм, називають *носіями заряду*. Якщо швидкість цього руху постійна, струм називають *постійним*. Речовини, що проводять струм, називають *провідниками*. Для того, щоб в провіднику протікав постійний струм необхідне виконання таких умов:

- 1) між точками провідника має існувати різниця потенціалів ;
- 2) коло має бути замкнутим;
- 3) на заряди мають діяти *сторонні сили* некулонівського походження.

Електричне коло включає в себе *джерело струму, споживачі і з'єднувальні провідники*.

Відношення заряду, що протік через поперечний переріз провідника за певний час, до цього часу називають *силою струму(I), [ампер, А]: $I = \frac{q}{t}$* .

Основною характеристикою споживача є його *опір[ом, Ом]*

Опір провідника залежить від його *геометричних розмірів і матеріалу*, з якого він виготовлений : $R = \rho \frac{l}{S}$, де ρ – *питомий опір матеріалу провідника* (такий має виготовлений з даного матеріалу провідник довжиною 1 м і поперечним перерізом 1 м²).

Закон Ома для ділянки кола : $I = \frac{U}{R}$.

1.Для *послідовного* з'єднання провідників (рис.3):

$$U = U_1 + U_2, \quad R = R_1 + R_2, \quad I = I_1 = I_2$$

2.Для *паралельного* з'єднання провідників (рис.4):

$$U = U_1 = U_2, \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad I = I_1 + I_2$$

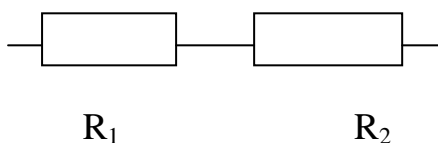


Рис.3

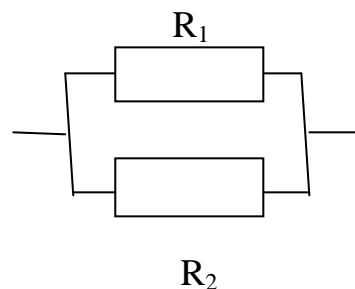


Рис.4

ЕРС. Закон Ома для повного кола. Робота і потужність електричного струму

Під дією кулонівських сил всі заряди мають досягти відповідного електрода і струм припиниться через нестачу носіїв заряду. Щоб струм протікав як завгодно довго, носії мають переміщатись на одноіменні електроди за допомогою сторонніх сил, які створюються всередині спеціальних пристроїв – **джерел струму**. Джерелами струму можуть бути гальванічні елементи, генератори, термопари, сонячні батареї. Оскільки всередині джерела протікає струм, джерело, як і всі інші провідники, має опір, який називають **внутрішнім**.

Електрорушійною силою (ЕРС) [вольт, В] джерела струму називають фізичну величину, яка вимірюється роботою, затрачуваною джерелом струму на переміщення одиничного позитивного заряду у замкнутому колі.

Закон Ома для повного кола : сила струму в замкнутому колі прямо пропорційна ЕРС джерела і обернено пропорційна сумі зовнішнього і

внутрішнього опорів: $I = \frac{\xi}{R+r}$.

При зменшенні зовнішнього опору ($R \rightarrow 0$) зростає сила струму і виникає **коротке замикання**, струм при якому обчислюється за формулою:

$$I_{кз} = \frac{\xi}{r} .$$

Струм, протікаючи через провідник опором R протягом деякого часу, виділяє в ньому теплоту : $Q = I^2 R t$ (**закон Джоуля – Ленца**). За цією ж формулою можна визначити і роботу електричного струму. З врахуванням співвідношень, що випливають з закону Ома робота електричного струму може бути обчислена за формулами:

$$A = I^2 R t = U I t = \frac{U^2}{R} t$$

Тоді його **потужність** , виходячи з означення $P = \frac{A}{t}$, [ват, Вт], обчислюється за формулами:

$$P = I^2 R = U I = \frac{U^2}{R} .$$

**Електронна провідність.
Електричний струм в металах.
Надпровідність**

Для створення струму в якомусь середовищі потрібна наявність в ньому **заряджених частинок (електронів, йонів, тощо)**, здатних переміщатися під дією електричного поля.

Провідність металів забезпечують валентні **електрони провідності**, що утворюють т. з. «електронний газ», в якому електрони здійснюють хаотичний тепловий рух. Створивши між кінцями металевого провідника **різницю потенціалів**, ми спонукаємо вільні електрони до впорядкованого руху. Швидкість впорядкованого руху електронів відносно невелика, але **електричне поле поширюється зі швидкістю 300 000 м/с**.

Опір металів пропорційно зростає з підвищенням температури. **Температурний коефіцієнт опору α** показує, наскільки змінюється питомий опір металу внаслідок зміни температури на 1°C . Температурний коефіцієнт опору є табличною величиною, що характеризує кожен метал.

Залежність питомого опору від температури : $\rho = \rho_0(1 + \alpha t^\circ)$ (рис.5), опору провідника: $R = R_0(1 + \alpha t^\circ)$.

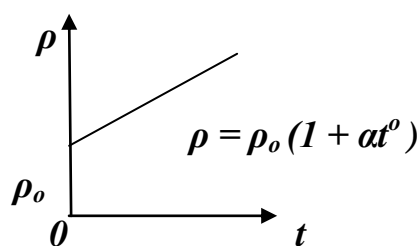


Рис. 5

У 1911 р. голландський фізик **Г. Каммерлінг – Оннес** відкрив **надпровідність** – явище зменшення до нуля опору металу при температурі, відмінній від абсолютного нуля.

**Електричний струм у вакуумі.
Термоелектронна емісія.
Вакуумні прилади**

У трубках телевізорів, радіолампах, установках для плавлення металу електронним променем *електрони рухаються у вакуумі*. Щоб створити умови для протікання струму, *вакуум* насичують електронами, наприклад, за рахунок *термоелектронної емісії*. Можливість керувати потоком електронів у вакуумі широко використовується в *вакуумних радіолампах і електронно – променевих трубках*.

Двохелектродна лампа

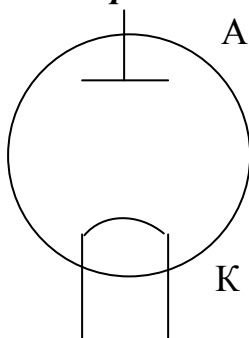


Рис.6

Двохелектродна лампа (вакуумний діод) має односторонню провідність між анодом і катодом (рис. 6).

Трьохелектродна лампа

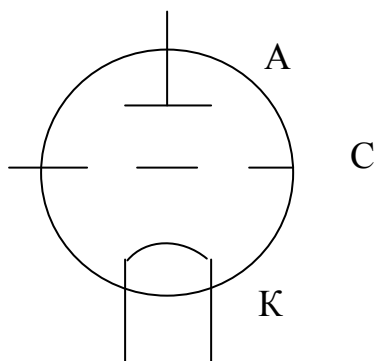


Рис.7

Трьохелектродна лампа (тріод) дозволяє за допомогою незначних змін потенціалу сітки регулювати в значних межах напругу в колі анода, тому вона є основою підсилювача електричного струму (рис.7), а електронно – променеві трубки застосовуються в осцилографах.

**Іонна провідність.
Електричний струм у рідинах.
Електроліз. Закони Фарадея**

Розчини солей, кислот і лугів у воді є провідниками електричного струму (*електролітами*). Носіями заряду при цьому є *йони*, які утворюються з молекул розчиненої речовини в результаті *електролітичної дисоціації*.

Електроліз полягає у виділенні на електродах нових речовин, яких не було в розчині. Позитивно заряджені йони (*катіони*) рухаються до негативного електрода – *катода*, а негативно заряджені (*аніони*) – до позитивного *анода*. Кількісно описав електроліз М.Фарадей у 1833 р., вивівши два *закони електролізу*:

I закон електролізу Фарадея: маса речовини, що виділилась на одному електроді, пропорційна кількості електрики (заряду), яка пройшла через електроліт:

$t = kq$, де k – електрохімічний еквівалент речовини.

II закон електролізу Фарадея: електрохімічні еквіваленти речовин прямо пропорційні масам їх молів і обернено пропорційні їх валентностям.

$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}$, де $F = 9,65 \cdot 10^4$ Кл/моль, стала Фарадея.

Застосування електролізу:

Електрометалургія: багато металів (*алюміній, натрій, магній, берилій, кальцій*) одержують за допомогою електролізу руд, деякі неметали, наприклад *фтор*, також отримують шляхом електролізу.

Рафінування металів: пластини очищеного металу, наприклад *міді*, поміщають в електролітичну ванну з розчином солі цього ж металу в якості аноду і підбирають такий струм, щоб на катоді виділявся тільки очищений метал, а домішки випадали на дно.

Гальванопластика: електролітичне осадження металу на поверхні предмету *для відтворення його форми*. Цим способом виготовляють *друкарські кліше, безшовні труби, металеві деталі складної форми*.

Гальваностегія: покриття одних металів шаром інших для оздоблення або захисту від корозії – *золочення, платинування, сріблення, хромування, нікелювання* тощо.

Електричний струм у газах. Самостійний і несамостійний газові розряди. Плазма

За звичайних умов *гази* не проводять струм, щоб утворити носії заряду, газ *іонізують*, опромінюючи інфрачервоними, ультрафіолетовими, рентгенівськими або гамма – променями. При цьому від нейтральних атомів або молекул відриваються один або кілька електронів, утворюючи вільні носії заряду двох типів: електрони і позитивні йони. Процес, обернений до *іонізації* називають *рекомбінацією*. Якщо в ході впорядкованого руху до електрода йон не рекомбінував, на електроді він перетвориться на нейтральний атом чи молекулу, що повернеться назад в газ і буде далі брати участь в процесах іонізації – рекомбінації. Процес проходження електричного струму крізь газ прийнято називати *газовим розрядом*.

Якщо для постійного протікання струму потрібна *неперервна дія іонізатора*, говорять про *несамостійний газовий розряд*.

Коли струм не припиняється *після припинення дії зовнішнього іонізатора*, говорять про *самостійний газовий розряд*, розрізняючи чотири типи: *тліючий, іскровий, коронний і дуговий*.

Тліючий: спостерігається в газах за *низьких тисків (порядку 0,1мм рт. ст.)*. Застосовується як джерело світла в різних *газосвітних трубках*, наприклад – *ртутних лампах денного світла*.

Іскровий: при поступовому збільшенні напруги між електродами проскакує *іскра*. Прикладом іскрового розряду є *блискавка*, де сила струму становить *сотні ампер* протягом 10^{-5} с при різниці потенціалів між хмарою і землею *150 кВ*. довжина блискавки становить *кілька кілометрів*. Якщо проміжок між електродами невеликий, іскровий розряд викликає специфічне руйнування анода – *електричну ерозію*, яка використовується в техніці для обробки металів.

Коронний: за атмосферного тиску в *дуже неоднорідних електричних полях*, наприклад поблизу проводів високої напруги, спостерігається розряд, світна ділянка якого нагадує корону. Іноді коронний розряд виникає в природі під впливом атмосферної електрики на вістрях шпилів, хрестів, вершечках щогл, особливо високо в горах, де Олександр Македонський спостерігав холодне свічення на вістрях списів своїх воїнів. В часи середньовіччя це явище отримало назву *вогні святого Ельма*.

Дуговий: іскровий розряд *при зменшенні відстані між електродами* стає неперервним. Дуга є *потужним джерелом світла*, застосовується при *зварюванні* і для *виплавлення металів в дугових печах*.

Сильно іонізований газ дістав назву *плазми – четвертого стану речовини*. Плазма схожа на звичайний газ, але значно пружніша і проводить електричний струм на рівні металів.

Електричний струм в напівпровідниках. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Напівпровідникові прилади

Речовини, питомий опір яких займає проміжне значення між металами і діелектриками, називають **напівпровідниками**. Особливість напівпровідників – дуже велика **залежність провідності** від стану речовини: **температури, освітленості, наявності домішок**.

Носіями заряду в напівпровідниках є **електрони**, що внаслідок зовнішніх причин вивільнилися з ковалентних зв'язків і «**дірки**» – місця з відсутніми електронами зв'язку. «Дірки» не переміщуються в просторі як йони в газі, діркову провідність забезпечують електрони зв'язку, які переміщуються в електричному полі від атома до атома, створюючи видимість руху «дірок».

Наявність домішок у напівпровіднику значно (в десятки, сотні разів) збільшують його провідність. Якщо в германієвий напівпровідник (Ge^{4+}) ввести домішку з більшою валентністю (**донорну**, наприклад фосфор P^{5+}) збільшується **електронна провідність** напівпровідника (провідність ***n*** – типу), а якщо з меншою (**акцепторну**, наприклад In^{3+}) – збільшується «**діркова**» провідність (провідність ***p*** – типу).

Провідність напівпровідника також сильно залежить від зовнішніх факторів: особливо від температури і освітленості. Нагрівання і освітлення напівпровідника приводить до збільшення кількості електронів провідності, внаслідок руйнування ковалентних зв'язків під дією зовнішніх джерел енергії.

Залежність провідності напівпровідників від **температури і освітленості** використовують в **термісторах і фоторезисторах**.

Місця контакту напівпровідників з «дірковою» і електронною провідністю носять назву ***p* – *n* – переходи**.

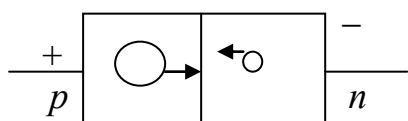


Рис. 8

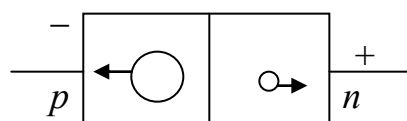


Рис. 9

***p* – *n* – перехід** проводить струм при прямому підключенні (рис. 8), і не проводить при зворотньому (рис. 9), таким чином він володіє **односторонньою провідністю** і є основною частиною напівпровідникового приладу: **діоду**.

Транзистор складається з двох послідовних ***p* – *n* – перехідів**, включених за схемою ***p* – *n* – *p*** або ***n* – *p* – *n*** (рис. 10), і є головною частиною **підсилювачів струму**.

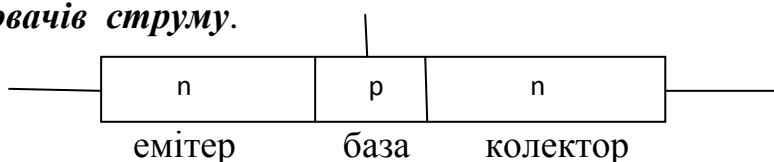


Рис. 10

3.МАГНЕТИЗМ

Лекція №12

**Взаємодія провідників зі струмом.
Магнітне поле. Індукція магнітного поля.
Дія магнітного поля на провідник зі струмом.
Сила Ампера. Сила Лоренца**

У випадку *однакового напрямку струмів* провідники *притягуються*, якщо ж струми *протилежного напрямку*, – провідники *відштовхуються*.

Магнітне поле – це вид матерії, який здійснює взаємодію електричних струмів. Лінії вздовж яких у магнітному полі розташовуються осі маленьких магнітних стрілок, називають *силовими лініями магнітного поля*. Для постійного магніта силові лінії починаються на північному полюсі, а закінчуються на південному.

Сила, яка діє в магнітному полі на провідник зі струмом, прямо пропорційна силі струму, довжині провідника, синусу кута між напрямками струму і силових ліній і залежить від магнітного поля.

$F = BIl \sin \alpha$ – ця сила називається силою Ампера, її напрямок визначається за правилом лівої руки : якщо розмістити ліву руку так, щоб силові лінії магнітного поля входили в її долоню, а витягнуті чотири пальці вказували напрям струму, то відігнутий великий палець покаже напрям діючої на провідник сили.

Силова характеристика магнітного поля називається *магнітною індукцією*.

Магнітна індукція в даній точці поля вимірюється силою, яка діє на одиницю довжини провідника, вміщеного в цю точку перпендикулярно до силових ліній, якщо сила струму в провіднику дорівнює одиниці :

$$B = \frac{F}{Il}, \text{ вимірюється в теслах } [1 \text{Тл} = \frac{1 \text{Н}}{1 \text{А} \cdot 1 \text{м}}].$$

Сила з боку магнітного поля діє не тільки на провідник зі струмом, а й на окремі рухомі електричні заряди. *Сила, яка діє на заряджену частинку, що рухається в магнітному полі, пропорційна заряду частинки, швидкості її переміщення та індукції магнітного поля : $F = qvB \sin \alpha$ – сила Лоренца.* Її напрямок визначають за правилом лівої руки, причому для *позитивних зарядів* витягнуті чотири пальці *співпадають з напрямком швидкості* частинки, а для *негативних зарядів* мають бути зорієнтовані *в напрямку, протилежному до швидкості частинки*.

**Електромагнітна індукція.
Досліди Фарадея.
Закон електромагнітної індукції**

Досліди, проведені *М.Фарадеєм*, показали, що під час зміни магнітного потоку через площу, обмежену будь – яким замкнутим провідним контуром, в останньому виникає індукційний струм. Це явище отримало назву *електромагнітної індукції*. *ЕРС індукції прямо пропорційна швидкості зміни магнітного потоку через площу, обмежену контуром замкнутого провідника :*

$$\xi_i = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| -$$

основний закон електромагнітної індукції (закон Фарадея).

Індукційний струм створює навколо себе магнітне поле, напрямок силових ліній якого визначається за *правилом правого гвинта (правилом «свердлика»)* : *напрямок магнітної силової лінії збігається з напрямком руху ручки свердлика при вгвинчуванні його вздовж напрямку струму.*

Під час руху провідника в незмінному магнітному полі в ньому виникає *ЕРС*, *прямо пропорційна довжині провідника, швидкості руху, магнітній індукції та синусу кута між векторами швидкості і магнітної індукції:* $\xi_i = Blv \sin \alpha$. Напрямок струму визначається за *правилом правої руки* : *якщо праву руку розмістити вздовж провідника так, щоб лінії магнітної індукції входили в долоню, а відігнутий великий палець показував напрям руху провідника, то витягнуті чотири пальці вкажуть напрям струму в провіднику.*

Напрямок індукційного струму в замкнутому провіднику визначається за *правилом Ленца: індукційний струм у замкнутому контурі має такий напрям, що створений ним магнітний потік через площу, обмежену контуром, прагне компенсувати ту зміну магнітного потоку, яка викликає даний струм.*

**Індуктивність.
Самоіндукція.
Енергія магнітного поля струму**

Виникнення ЕРС в провіднику під час зміни сили струму в ньому самому називається *самоіндукцією*. *ЕРС самоіндукції визначається за формулою* : $\mathcal{E}_c = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$, де $L = \frac{\Phi}{I}$ – *індуктивність провідника (коефіцієнт його самоіндукції)*, вимірюється в *генрі* [$1 \text{ Гн} = \frac{1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}}{1 \text{ А}}$]

Явище електромагнітної індукції ґрунтується на взаємних перетвореннях енергій електричного і магнітного поля.

Трансформатор (рис.11) складається з двох *катушок (обмоток)*, надітих на *замкнуте залізне осердя*. Катушка, на яку подається змінний струм називається *первинною*, інша, в якій виникає ЕРС індукції, – *вторинною*. Якщо до вторинної обмотки не підключений споживач, режим роботи трансформатора називають *холостим ходом*. Величина $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, виміряна в режимі холостого ходу, називається *коефіцієнтом трансформації*, n – кількість витків в обмотках.

Трансформатори використовуються в енергетиці, електротехніці і радіотехніці для збільшення або зменшення напруги змінного струму.

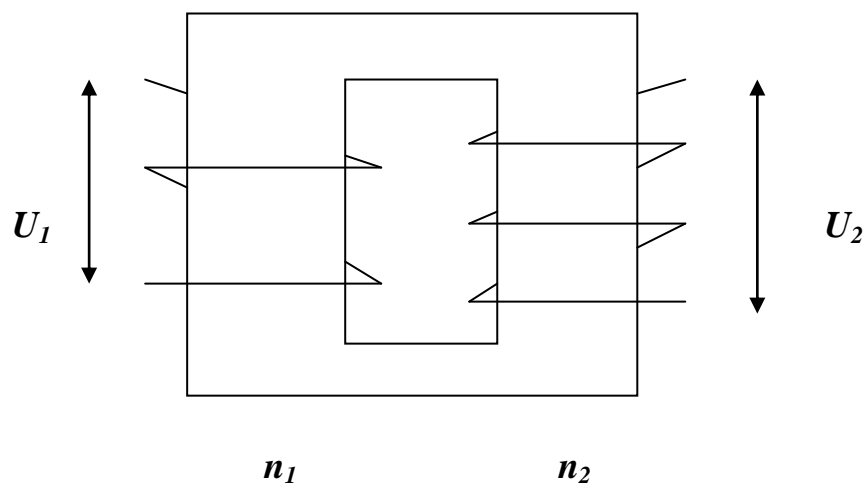


Рис.11

Енергія магнітного поля катушки зі струмом (соленоїда) : $W_M = \frac{LI^2}{2}$.

ТЕМАТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ (63 год.)

I. ЕЛЕКТРОСТАТИКА

1. Провідники і діелектрики в електричному полі(4 год)
2. Сегнетоелектрики(4 год)
3. Шляхи збільшення електроємності конденсаторів(5 год)
4. Технічні можливості накопичення заряду(5 год)
5. Досліди Н.Тесла(5 год)

II. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

6. Види джерел струму(3 год)
7. Правила Кірхгофа (2 год)
8. Електрометалургія(2 год)
9. Гальванопластика (2 год)
10. Гальваностегія(2 год)
11. Застосування самостійного газового розряду (2 год)

III. МАГНЕТИЗМ

12. Магнітне поле Землі, планет і зірок(2 год)
13. Прискорювачі заряджених частинок(2 год)
14. Мас-спектрограф(2 год)
15. МГД – генератор(2 год)
16. Застосування явища електромагнітної індукції:
 - а) електродинамічний мікрофон(1 год)
 - б) генератор змінного струму(2 год)
 - в) трансформатор(2 год)
17. Електростанції :
 - а) теплові(2 год)
 - б) гідро(2 год)
 - в) атомні(2 год)
 - г) вітрові, припливні (2 год)
18. Системи передачі електричного струму(2 год)

Частина II

***ПРАКТИЧНІ
РОБОТИ***

Практичне заняття №1

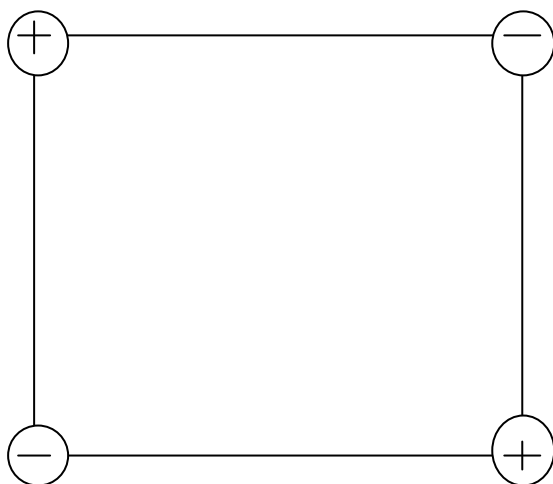
ЗАКОН КУЛОНА.

НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

1.3 якою силою взаємодіють два точкових заряди $0,66 \cdot 10^{-7}$ Кл і $1,1 \cdot 10^{-5}$ Кл у воді на відстані 3,3 см? На якій відстані їх слід розмістити у вакуумі, щоб сила взаємодії залишилась такою ж? Діелектрична проникність води 81.

2. Дві однакові кульки масою 0,25 г кожна підвішені на нитках довжиною 30 см в одній точці. Коли кулькам надали однакових зарядів, вони розійшлись на відстань 20 см. Визначте заряд кульок.

3.



Чотири заряди, рівні за абсолютною величиною, розташовані у вершинах квадрата. Як буде поводити себе система?

4. На заряд $3,0 \cdot 10^{-8}$ Кл, внесений у дану точку поля, діє сила $2,4 \cdot 10^{-5}$ Н. Визначити напруженість у даній точці поля.

5. Визначити заряд, що створює поле, якщо на відстані 5 см від нього напруженість поля становить $1,6 \cdot 10^5$ Н/Кл.

Практичне заняття №2
ПОТЕНЦІАЛ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ.
РОБОТА В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

1. Яка різниця потенціалів двох точок електричного поля, коли для переміщення заряду $2 \cdot 10^{-6}$ Кл між цими точками виконано роботу $8 \cdot 10^{-4}$ Дж ?

2. Яку роботу треба виконати, щоб перемістити заряд $5 \cdot 10^{-8}$ Кл між двома точками електричного поля з різницею потенціалів 1600 В ?

3. Потенціали двох провідників відносно землі становлять 24 і - 8 В. яку роботу треба виконати, щоб перемістити заряд $8 \cdot 10^{-7}$ Кл з першого провідника на другий ?

4. Яку різницю потенціалів має пройти електрон, щоб досягти швидкості 8000 км / с ?

5. Визначити потенціал точки електричного поля, віддаленої на 10 см від заряду $1,7 \cdot 10^{-8}$ Кл .

Практичне заняття №3

ЕЛЕКТРОЄМНІСТЬ КОНДЕНСАТОРІВ

1. Який заряд накопичить конденсатор ємністю 1 мкФ, коли зарядити його до напруги 100 В, 200 В ?
2. Яка ємність конденсатора, якщо він отримав заряд $6,0 \cdot 10^{-5}$ Кл від джерела напругою 120 В?
3. Скільки листів станиюлю потрібно взяти, щоб зібрати слюдяний конденсатор ємністю 1 мкФ? Площа кожного листа 60 см^2 , товщина слюдяних пластинок 1 мм, діелектрична проникність слюди 7.
4. Яка товщина діелектрика (слюди) між пластинами конденсатора ємністю 50 пФ? Площа обкладок становить 10 см^2 .
5. У плоскому конденсаторі відстань між пластинами збільшили в 3 рази, а площу пластин зменшили вдвічі. Як змінилась ємність конденсатора ?

Практичне заняття №4

З'ЄДНАННЯ КОНДЕНСАТОРІВ.

ЕНЕРГІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ КОНДЕНСАТОРА

1.Маємо два конденсатори ємністю 2 і 4 мкФ. Визначити ємність батареї при паралельному і послідовному підключенні.

2.Маємо конденсатори ємністю 4, 5, 10 і 20 мкФ. Визначити ємність батареї при паралельному і послідовному підключенні.

3.Визначте ємність батарей рис.1 і рис.2, якщо ємність конденсаторів відповідно 1,2,3 і 4 мкФ.

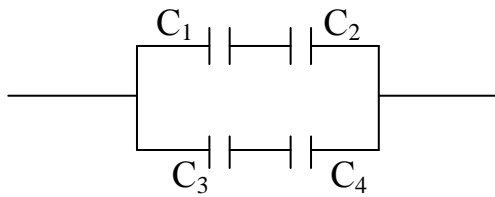


Рис.1

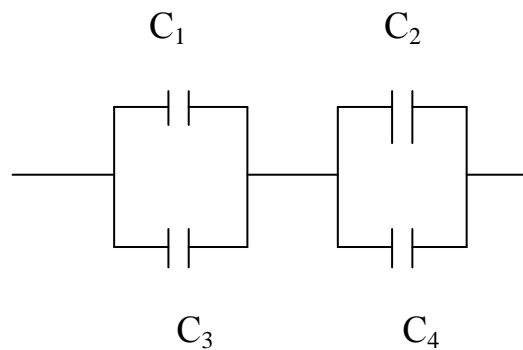


Рис.2

4.Визначити енергію електричного поля плоского конденсатора ємністю 20 мкФ, коли до конденсатора прикладена напруга 220 В.

5.Заряд конденсатора $3,2 \cdot 10$ Кл, а напруга на обкладках 500 В. визначити енергію електричного поля конденсатора.

Практичне заняття №6

ЗАКОН ОМА ДЛЯ ДІЛЯНКИ КОЛА.

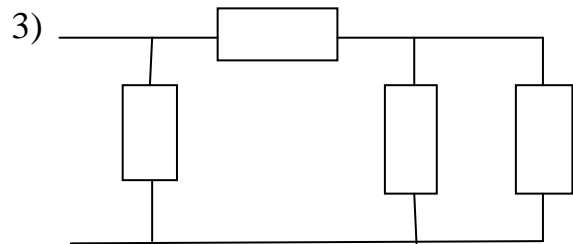
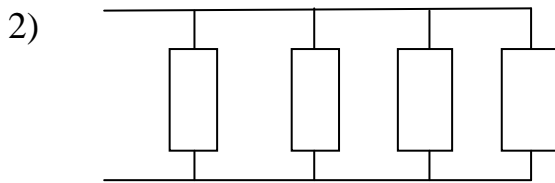
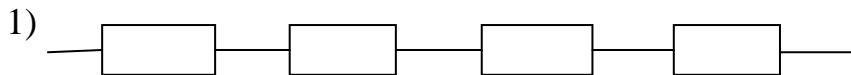
ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПОВНОГО КОЛА

1. Під час послідовного вмикання у мережу трьох резисторів опорами 4, 6 і 10 Ом в ній протікає струм силою 5 А. Визначте напругу в мережі і спад напруги на кожному резисторі.

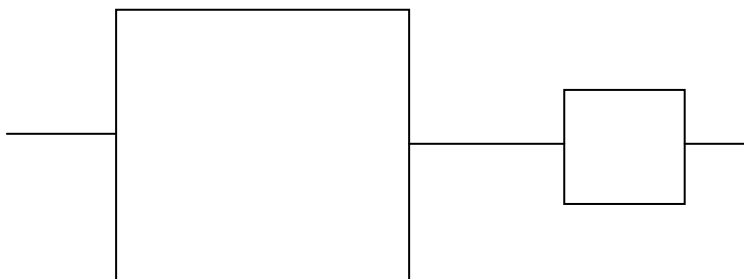
2. Визначити опір і довжину нікелінового дроту, маса якого 88 г, а переріз $0,50 \text{ мм}^2$.

3. Загальний опір двох провідників у випадку послідовного з'єднання становить 50 Ом, а паралельного – 12 Ом. Обчисліть опір кожного провідника.

4. Чотири однакових опори R з'єднані різними способами. Визначте опір ділянки у всіх випадках



5. Квадратні металеві пластини, товщина яких однакова, а площа 1 см^2 і 1 м^2 відповідно ввімкнули в коло. Доведіть, що опір пластин однаковий.



6. Генератор має внутрішній опір $0,6 \text{ Ом}$. Під час замикання на зовнішній опір 6 Ом напруга на затискачах становить 120 В . Визначте силу струму в колі і ЕРС генератора.

7. ЕРС елемента $1,5 \text{ В}$, внутрішній опір $0,50 \text{ Ом}$. Який найбільший струм можна дістати від цього елемента? Яким буде струм при зовнішньому опорі $0,5$; $1,0$; $2,0 \text{ Ом}$?

8. Який внутрішній опір елемента з ЕРС $1,2 \text{ В}$, якщо при зовнішньому опорі 5 Ом сила струму становить $0,2 \text{ А}$?

9. ЕРС батарейки від кишенькового ліхтаря $3,7 \text{ В}$, а внутрішній опір $1,5 \text{ Ом}$. Батарейку замкнули на опір $11,7 \text{ Ом}$. Яка напруга на затискачах батарейки ?

10. У разі замикання елемента на опір $4,5 \text{ Ом}$ струм у колі $0,2 \text{ А}$, а на опір 10 Ом – $0,1 \text{ А}$. Визначити ЕРС елемента і його внутрішній опір.

Практичне заняття №7

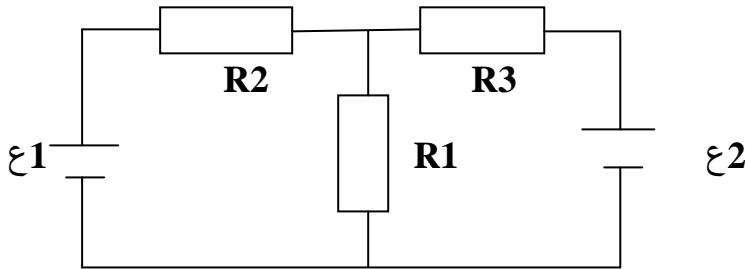
ПРАВИЛА КІРХГОФА. ЗАКОН ДЖОУЛЯ – ЛЕНЦА

1. До реостата підключена батарея з двох елементів. Визначити силу струму в реостаті в двох випадках:

- 1) елементи під'єднані до реостату одноіменними полюсами;
- 2) елементи під'єднані до реостату різноіменними полюсами.

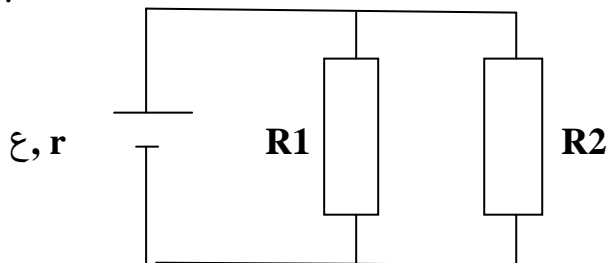
ЕРС батарей 8 і 4 В, внутрішній опір 1 і 0,5 Ом відповідно. Опір реостата 50 Ом.

2.



ЕРС батарей 1,5 і 1 В відповідно, опори 100, 50 і 80 Ом відповідно. Обчислити силу струму в першому опорі. Внутрішніми опором джерел знехтувати.

3.



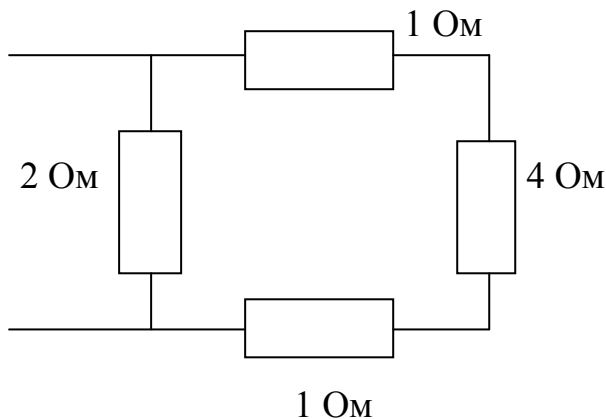
ЕРС джерела 5 В, внутрішній опір 0,1 Ом, опори 4 і 6 Ом відповідно. Визначити сили струмів, що протікають через опори.

4. У побутовій електроплитці, розрахованій на напругу 220 В, є дві спіралі опором 80,7 Ом кожна. Знайдіть потужність плитки у випадках паралельного і послідовного підключення спіралей.

5. Два провідники опором 10 і 23 оми ввімкнули в мережу напругою 100 В. Визначити потужності струму в кожному з провідників при паралельному і послідовному з'єднаннях.

6. Під час ремонту плитки спіраль укоротили на 0,1 початкової довжини. У скільки разів змінилася потужність плитки?

7. В якому з чотирьох опорів під час проходження струму виділиться найбільша кількість теплоти?



8. Якої сили струм у нагрівнику, що має опір 100 Ом, протягом 1 с:

- 1) розплавить 1 г танучого льоду;
- 2) нагріє 1 г води від точки плавлення до точки кипіння;
- 3) перетворить 1 г киплячої води в пару?

Практичне заняття №8

ЗАЛЕЖНІСТЬ ОПОРУ МЕТАЛІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

1. Знайти питомий опір сталі при температурі 50°C .
2. Алюмінієвий дріт при температурі 0°C має опір $4,25\ \text{Ом}$. Який опір матиме цей дріт при температурі 200°C ?
3. Опір нитки електричної лампи дорівнює $60\ \text{Ом}$, коли лампочка вимкнена. Повністю розжарена нитка має опір $636\ \text{Ом}$. Яка при цьому температура нитки розжарювання.
4. Опір платиного дроту при температурі 20°C становить $20\ \text{Ом}$, а при 100°C – $59\ \text{Ом}$. Визначити температурний коефіцієнт опору платини.
5. Треба виготовити нагрівальний прилад, який мав би опір $48\ \text{Ом}$ при температурі 800°C . Дріт якої довжини потрібно взяти, якщо його діаметр $0,50\ \text{мм}$, температурний коефіцієнт опору $0,00021\ \text{град}^{-1}$, а питомий опір $0,4 \cdot 10^{-6}\ \text{Ом} \cdot \text{м}$?

Практичне заняття №9
ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ В РІДИНАХ.
ЗАКОНИ ФАРАДЕЯ

1.Сріблення деталей проводилося за сили струму 5 А протягом 15 хв. Скільки срібла було витрачено за цей час? Електрохімічний еквівалент срібла $1,118 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл.

2.Під час електролізу мідного купоросу за 20 хв. виділилось 1,64 г міді при показах амперметра 4 А. Чи правильними були покази амперметра, якщо електрохімічний еквівалент міді $3,3 \cdot 10^{-3}$ кг/Кл.

3.Під час досліду по визначенню електрохімічного еквіваленту міді були отримані такі результати: час проходження струму 20 хв., сила струму 0,5 А, маса катода до досліду 70,4 г, після – 70,58 г. Яке значення електрохімічного еквіваленту міді було отримано за цими даними?

4.При струмі 2,5 А за 29 хв. В електролітичній ванні виділилось 1017 мг двовалентного металу. Що це за метал?

5.Під час електролізу розчину HCl на катоді виділилось 1 г водню. Скільки за цей самий час на аноді виділилось хлору?

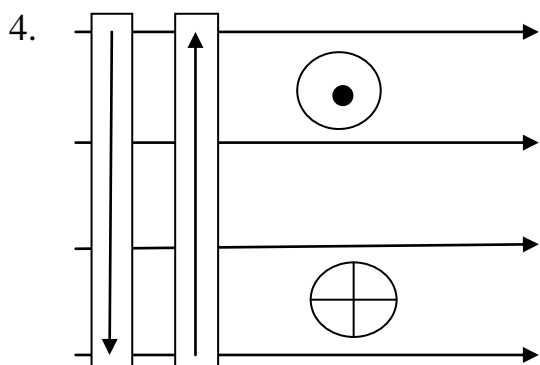
Практичне заняття №11

СИЛА АМПЕРА

1. Яка сила діє на провідник завдовжки 10 см в однорідному магнітному полі з індукцією 2,6 Тл, якщо струм у провіднику становить 12 А, а кут між напрямом струму і лініями магнітної індукції 90° , 30° ?

2. Яка сила струму в провіднику, коли однорідне магнітне поле з індукцією 2,0 Тл діє на його ділянку завдовжки 20 см з силою 0,75 Н ? Кут між напрямом струму і лініями магнітної індукції 45° .

3. На провід обмотки якоря електродвигуна при струмі 20 А діє сила 1,0 Н. Визначити силу магнітної індукції в місці розташування проводу, якщо його довжина 0,20 м.



У магнітне поле внесли чотири провідники зі струмами, напрям яких вказані на малюнку. Визначити напрямки сил, що діють на кожен провідник з боку поля.

5. Визначити найбільше і найменше значення сили, що діє на провідник завдовжки 0,6 м зі струмом 10 А при різних положеннях провідника в однорідному магнітному полі індукцією 1,5 Тл.

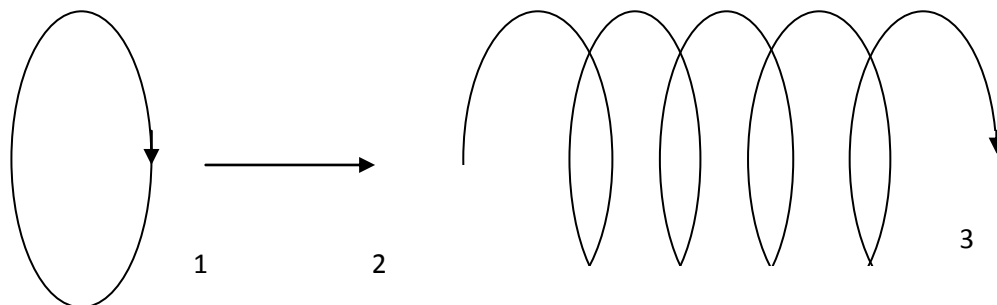
Практичне заняття №12

СИЛА ЛОРЕНЦА

1. Електрон рухається у вакуумі зі швидкістю $3 \cdot 10^6$ м/с в однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Чому дорівнює сила, що діє на електрон, коли кут між швидкістю електрона і лініями магнітної індукції становить 90° ?

2. Електрон рухається у вакуумі в однорідному магнітному полі з індукцією $5 \cdot 10^{-3}$ Тл. Швидкість електрона становить 10^4 км/с і напрямлена перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Визначити силу, що діє на електрон, і радіус кола, по якому він рухається.

3. На малюнку зображено рухи однакових заряджених частинок в однорідному магнітному полі. Під яким кутом до ліній магнітної індукції входила в поле кожна частинка.



4. Протон, що пройшов прискорюючу різницю потенціалів 600 В, влітає в однорідне магнітне поле з індукцією 0,3 Тл і рухається по колу. Обчислити радіус кола.

5. У мас – спектрографі одноразово іонізована частинка рухається зі швидкістю 956 км / с по колу радіусом 10 см в однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Визначити масу частинки. Що це за частинка ?

Практичне заняття №13

ЗАКОН ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ

1. Визначити магнітний потік, що пронизує плоску прямокутну площину, сторони якої 25 і 60 см. Магнітна індукція в усіх точках площини дорівнює 1,5 Тл, а вектор магнітної індукції утворює з нормаллю до цієї площадки кут 0° , 45° і 90° .

2. У соленоїді з 80 витків магнітний потік за 5 мс рівномірно змінився від $3,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$ Вб. Визначити ЕРС індукції.

3. Магнітний потік, що пронизує контур провідника, рівномірно змінився на 0,6 Вб так, що ЕРС індукції стала дорівнювати 1,2 В. Визначити час зміни магнітного потоку. Обчислити силу індукційного струму, якщо опір провідника 0,24 Ом.

4. У магнітному полі з індукцією 25 Тл перпендикулярно до ліній індукції з швидкістю 0,50 м/с рухається провідник завдовжки 1,2 м. Визначити ЕРС індукції в провіднику.

5. Перпендикулярно до ліній індукції переміщається провідник завдовжки 1,8 м зі швидкістю 6,0 м/с. ЕРС індукції 1,44 В. Визначити магнітну індукцію поля.

Практичне заняття №14

САМОІНДУКЦІЯ.

ІНДУКТИВНІСТЬ.

ЕНЕРГІЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

1. У котушці з 150 витків дроту протікає струм 7,5 А. При цьому створюється магнітний потік 2,0 мВб. Яка індуктивність котушки?

2. У котушці, що має опір 5 Ом, протікає струм 17 А. Індуктивність котушки 50 мГн. Яка напруга на затискачах котушки, коли струм в ній рівномірно зростає зі швидкістю 1000 А/с?

3. Індуктивність котушки 0,1 мГн. При якому струмі енергія магнітного поля становитиме 10^{-4} Дж?

4. По котушці протікає струм 10 А. Яку індуктивність повинна мати котушка, щоб енергія її магнітного поля становила 6 Дж?

5. Струм у котушці зменшився від 12 до 8 А. При цьому енергія магнітного поля зменшилась на 2 Дж. Яка індуктивність котушки та енергія її магнітного поля в обох випадках?

Частина III

***ЛАБОРАТОРНІ
РОБОТИ***

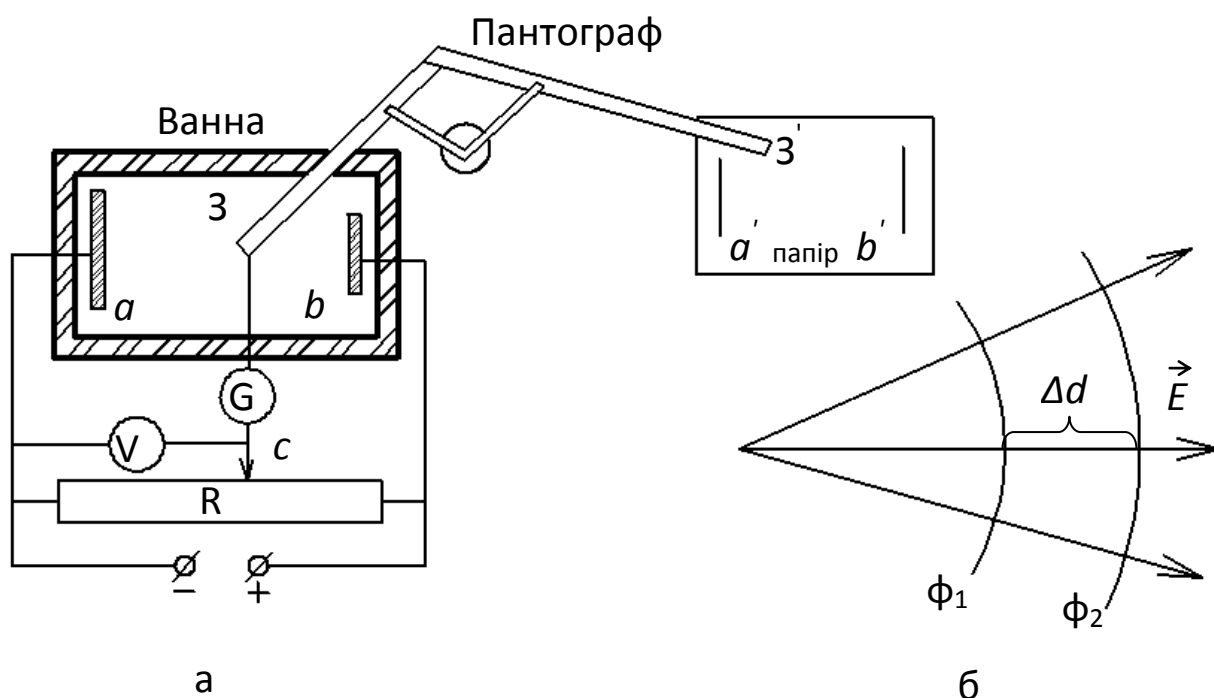
Лабораторна робота №2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

Мета роботи: побудувати картину електростатичного поля за допомогою кривих рівного потенціалу та силових ліній.

Теоретичні відомості. Для наближеного обчислення напруженості користуються формулою:
$$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta d}, \quad (1)$$

де Δd – відстань між двома близько розміщеними еквіпотенціальними поверхнями, а φ_1 та φ_2 – їх потенціали (рис. 1, б).



Порядок виконання роботи

Рис. 1

1. Складають схему (рис.1,а). У пантографі закріплюють декілька аркушів паперу (відповідно до кількості студентів, що виконують роботу).
2. Подають на електроди різницю потенціалів .
3. Переміщуючи зонд , відшуковують у ванні точки з рівними потенціалами. Відмічають відповідну точку на папері.
4. Переміщуючи зонд, знаходять 3 точки з потенціалом φ_1 . З'єднуючи їх, викреслюють першу еквіпотенціальну криву і записують поряд з нею значення потенціалу φ_1 .
5. Збільшують потенціал до значення φ_2 , і аналогічно відшуковують наступну

еквіпотенціальну криву. Так продовжують далі, збільшуючи кожного разу потенціал зонду на 0,2 В. Біля кожної кривої вказують її потенціал.

6. На основі отриманих еквіпотенціальних кривих будують сімейство ліній напруженості (силових ліній). Вказують напрямок кожної з них. При побудові враховують, що лінії напруженості перпендикулярні поверхні електродів і еквіпотенціальним лініям.

7. За формулою (1) розраховують напруженості поля в кількох точках вздовж однієї з ліній напруженості (лінію вкаже викладач).

8. Занесіть в таблицю результати вимірювань і обчислень

№ п / п	$\varphi_1, В$	$\varphi_2, В$	$\Delta\varphi, В$	$\Delta d, м$	$E, В/м$
1					
2					
3					

Місце для обчислень

Кінцевий результат:

Контрольні запитання

1. Що таке напруженість електричного поля? В яких одиницях вона вимірюється?
2. Що таке силова лінія (лінія напруженості) електричного поля?
3. Який фізичний зміст має різниця потенціалів між двома точками електростатичного поля?
4. Що таке еквіпотенціальні поверхня та лінія? Дайте зображення еквіпотенціальних поверхонь і силових ліній поля точкового заряду, плоского конденсатора.
5. Як пов'язані напруженість і потенціал електростатичного поля? Якого вигляду набуває співвідношення між ними, якщо поле однорідне?

Лабораторна робота №3

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОРУШІЙНОЇ СИЛИ (Е.Р.С.) ДЖЕРЕЛА СТРУМУ МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦІЇ

Мета роботи: ознайомитися з компенсаційним методом визначення е. р. с. джерела струму, виміряти е. р. с. гальванічного елемента.

Теоретичні відомості. Якщо замість джерела ε_x у схему включити джерело з відомою е.р.с ε_0 , то для її компенсації треба перемістити контактний повзунок у нове положення

$$\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_0} = \frac{r_x}{r_0} \quad (1)$$

Ця рівність і лежить в основі порівняння е.р.с. за допомогою методу компенсації. Для каліброваного дроту опори ділянок ac і ac_1 пропорційні їх довжинам: $r_x \sim l_x$, $r_0 \sim l_0$ тобто :

$$\frac{r_x}{r_0} = \frac{l_x}{l_0} \quad (2)$$

Тому співвідношення (1) можна записати у вигляді:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_0 \frac{l_x}{l_0} \quad (3)$$

Порядок виконання роботи

1. Складають електричне коло за схемою (рис 1).

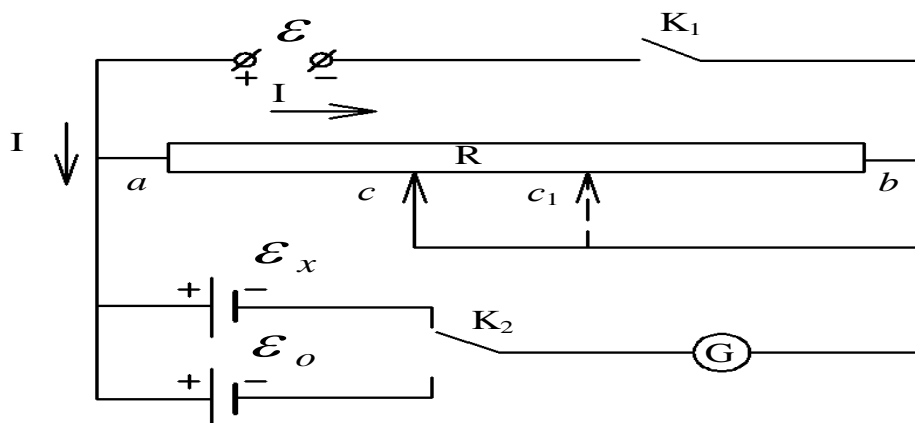


Рис. 1

2. Замикають ключ K_1 .

3. Замикають ключ K_2 у коло ε_x . Переміщують повзунок реостата до відсутності струму (стрілка не відхиляється) у колі елемента ε_x .
4. Вимірюють довжину плеча реохорда l_x між точками a і c .
5. Перемикають ключ K_2 у коло з ε_0 . Вимірюють l_0 , повторюючи п. п. 3,4.
6. Виміри l_x і l_0 повторюють не менше трьох разів. Ключ K_2 замикають тільки на час визначення l_x і l_0 , тобто на час встановлення стрілки гальванометра на нуль, після чого його розмикають.
7. Обчислюють е.р.с. досліджуваного джерела за формулою (3)
8. Заносять дані до таблиці

№ п/п	Табличні та задані величини	Результати прямих вимірювань		Результати непрямих вимірювань
		l_0 , м	l_x , м	
	ε_0 , В			ε_x , В
1.				
2.				
3.				

Місце для обчислень

Кінцевий результат:

Контрольні запитання

1. Роль сторонніх сил у колі постійного струму.
2. Що називається падінням напруги на ділянці кола? Як воно пов'язане з різницею потенціалів?
3. Суть методу компенсації.

Лабораторна робота №4

ВИВЧЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ОПОРУ НАПІВПРОВІДНИКІВ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ

Мета роботи: визначити залежність опору напівпровідника від температури

Теоретичні відомості. На відміну від металів, у напівпровідниках зі зміною температури істотно змінюється концентрація носіїв заряду. Це приводить до значної температурної залежності опору напівпровідників.

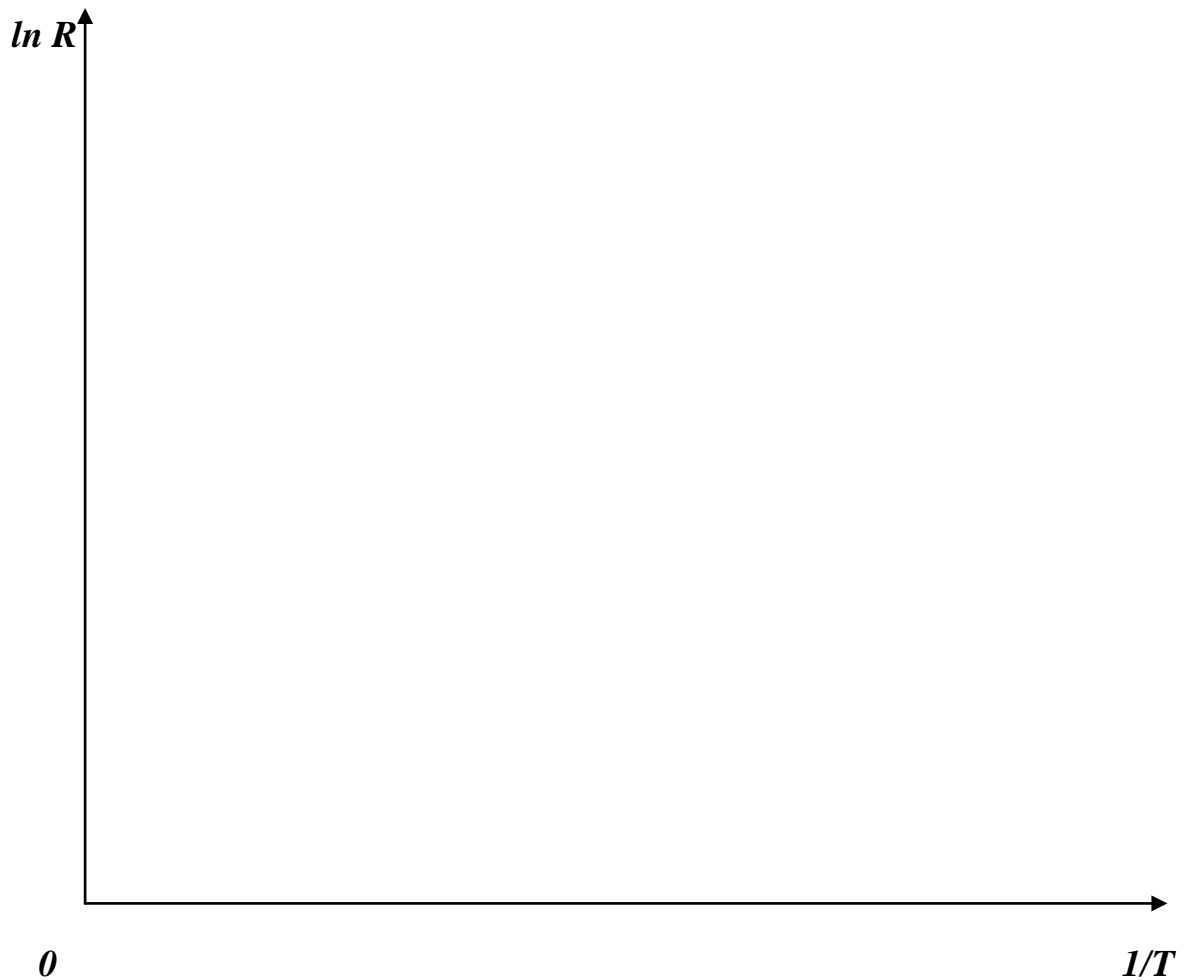
Порядок виконання роботи

1. Помістити напівпровідниковий зразок в посудину з водою, розміщену на електроплитці.
2. Підключити напівпровідниковий зразок до мосту або цифрового приладу і провести виміри опору при різних значеннях температури, заносючи результати до таблиці:

$t, ^\circ C$					
T, K					
R, Ω					
$1/T$					
$\ln R$					

Місце для обчислень

2. Побудувати графік залежності $\ln R = f\left(\frac{1}{T}\right)$,



3. Зробіть висновки щодо графіку.

Контрольні запитання

1. Поясніть відмінність температурної залежності провідності металів і напівпровідників.
2. Чому в роботі запропоновано побудувати графік залежності $\ln R = f\left(\frac{1}{T}\right)$, а не $R = f(T)$?

Лабораторна робота №5

ВИЗНАЧЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ІНДУКЦІЇ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ

Мета роботи: визначити горизонтальну складову індукції магнітного поля Землі за допомогою тангенс – гальванометра.

Теоретичні відомості. Силовою характеристикою магнітного поля є вектор індукції магнітного поля \vec{B} . Індукція магнітного поля Землі невелика і змінюється від $0,4 \cdot 10^{-4}$ Тл на екваторі до $0,7 \cdot 10^{-4}$ Тл поблизу магнітних полюсів. Вектор магнітної індукції \vec{B} Землі можна розкласти на дві складові: горизонтальну \vec{B}_2 та вертикальну \vec{B}_g . Закріплена на вертикальній осі магнітна стрілка встановлюється в напрямку горизонтальної складової \vec{A}_a . Горизонтальну складову магнітного поля Землі \vec{B}_2 можна визначити за допомогою тангенс-гальванометра за формулою:

$$B_2 = \mu_0 \frac{I \cdot N}{2rtg\alpha}$$
, де N – число витків котушки; r – її радіус; I – сила струму в котушці; $\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнітна стала.

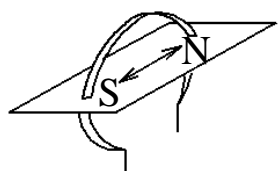


Рис. 1

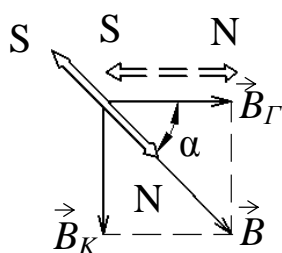


Рис. 2

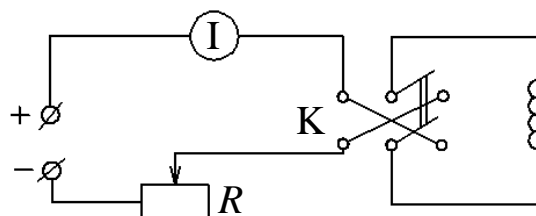


Рис. 3

Порядок виконання роботи

1. Складають електричне коло за схемою, зображеною на рис. 3.

2. Повертаючи підставку тангенс-гальванометра, встановлюють його витки в площині магнітного меридіана. У цьому випадку один із кінців магнітної стрілки повинен знаходитись на відмітці 0° або 180° .

3. Вмикають джерело струму і встановлюють реостатом силу струму I . Для двох напрямків установленого струму (напрямок струму в колі змінюють на протилежний перемикачем К) за лімбом бусолі відмічають кути повороту магнітної стрілки α_1 і α_2 .

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} .$$

4. Вимірювання повторюють для трьох різних значень струму I і двох його протилежних напрямків. Для кожного заданого струму знаходять середнє значення кута повороту.

5. За формулою (3) для кожного значення струму знаходять горизонтальну складову магнітного поля Землі B_2 .

№ п/п	Задані величини	Результати прямих вимірювань				Результати непрямих вимірювань		
	N	I, A	r, m	α_1	α_2	α	$tg \alpha$	$B_2, Tл$
1	140							
2								
3								

Місце для обчислень

Кінцевий результат:

Контрольні запитання

1. Дайте визначення та одиниці вимірювання в системі СІ магнітної індукції.
2. На які складові можна розкласти вектор магнітної індукції Землі?

ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ

Діелектричні провідності речовин

Вакуум	1	Плексиглас	3,3
Вода	81	Повітря	1,0006
Гас	2,1	Слюда	6
Масло	2,5	Скло	7
Парафін	2	Спирт	33
Парафінований папір	2,2	Текстоліт	7

Питомі опори металів, $\times 10^{-6}$ Ом·м

Алюміній	0,028	Платина	0,100
Вольфрам	0,055	Ртуть	0,985
Константан	0,480	Свинець	0,210
Латунь	0,071	Срібло	0,016
Мідь	0,017	Сталь	0,120
Нікелін	0,420	Фехраль	1.200
Ніхром	1,100	Цинк	0,060

Температурні коефіцієнти опору металів, град⁻¹

Алюміній	0,004	Платина	0,004
Вольфрам	0,005	Ртуть	0,0009
Константан	0.00002	Свинець	0,004
Латунь	0,001	Срібло	0,004
Мідь	0,004	Сталь	0,006
Нікелін	0.0001	Фехраль	0,0002
Ніхром	0,0001	Цинк	0,004

Електрохімічні еквіваленти, $\times 10^{-6}$ кг/Кл

Алюміній	0,093	Нікель	0,30
Водень	0.0104	Олово	0,62
Залізо (2 +)	0,193	Срібло	1,12
Золото	0,680	Хром	0,18
Мідь	0,33	Цинк	0,34

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Король А.М., Андріяшик М.В. Фізика. – К.: Інкос; ЦУЛ, 2008.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 536 с.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 1999. – 452 с.
4. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Т.3. Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 1999. - 520с.
5. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т., Курінний В.П. та ін. Загальний курс фізики. Збірник задач. – К.: Техніка, 2003. – 560с.

Додаткова

1. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика, т. I. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів. - К.:Вища школа, 1993.
2. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних інститутів. - К.: Вища школа, 1993.

ЗМІСТ

Частина I.

ЛЕКЦІЇ.....	3
1.Вступ.....	4
I.ЕЛЕКТРОСТАТИКА.....	5
2.Електричне поле. Напруженість електричного поля. Силові лінії електричного поля.....	5
3.Потенціал. Різниця потенціалів. Напруга. Зв'язок між напруженістю і напругою.....	6
4.Електроємність. Конденсатор: види та використання. Енергія електричного поля.....	7
II. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА.....	8
5.Постійний електричний струм. Електричне коло. Джерела і споживачі електричного струму. Закон Ома для ділянки кола.....	8
6.ЕРС. Закон Ома для повного кола. Робота і потужність електричного струму.....	9
7.Електронна провідність.Електричний струм в металах. Надпровідність.	10
8.Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Вакуумні прилади.....	11
9.Іонна провідність. Електричний струм у рідинах. Електроліз. Закони Фарадея.....	12
10.Електричний струм у газах. Самостійний і несамостійний газові розряди.....	13
11.Електричний струм в напівпровідниках. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Напівпровідникові прилади.....	15
III. МАГНЕТИЗМ.....	16
12.Взаємодія провідників зі струмом. Магнітне поле. Індукція магнітного поля. Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила Ампера. Сила Лоренца.....	16
13.Електромагнітна індукція. Досліди Фарадея. Закон електромагнітної індукції.....	17
14.Індуктивність. Самоіндукція. Енергія магнітного поля струму.....	18
ТЕМАТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	19
Частина II. ПРАКТИЧНІ РОБОТИ.....	20
1.Закон Кулона. Напруженість електричного поля.....	21
2.Потенціал електричного поля. Робота в електричному полі.....	22
3.Електроємність конденсаторів.....	23
4.З'єднання конденсаторів. Енергія електричного поля конденсатора.....	24

6. Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома для повного кола.....	25
7. Правила Кірхгофа. Закон Джоуля – Ленца.....	27
8. Залежність опору металів від температури.....	29
9. Електричний струм в рідинах. Закони Фарадея.....	30
11. Сила Ампера.....	31
12. Сила Лоренца.....	32
13. Закон електромагнітної індукції.....	33
14. Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля.....	34
Частина III. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ.....	35
2. Дослідження електростатичного поля.....	36
3. Визначення Е.Р.С. джерела струму методом компенсації.....	38
4. Вивчення залежності опору напівпровідника від температури.....	40
5. Визначення горизонтальної складової індукції магнітного поля.....	42
ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ.....	44
ЛІТЕРАТУРА.....	46
ЗМІСТ.....	47