**Зміст.**

1. Вступ. .................................................................................................3.
2. Електростатика...................................................................................4.

а) будова атома ;

б) вимірювання електричних зарядів ;

в) закон Кулона, принцип суперпозиції електричних зарядів.

1. Електричне поле.................................................................................8.

а) поняття електричного поля ;

б) електричне поле точкового заряду ;

в) суперпозиція електричних полів ;

г) потенціал електричного поля ;

д) рух заряджених частинок у електричному полі ;

е) електрична батарея – джерело електричного струму.

1. Електричний струм та електричне коло........................................11.

а) електричний струм;

б) закон Ома;

в) поняття електричного опору;

г) закони Кірхгофа.

1. Електрична ємність..........................................................................14.

а) електричний конденсатор;

б) енергія зарядженого конденсатора;

в) послідовне, паралельне та змішане з’єднання конденсаторів.

1. Магнетизм.........................................................................................17.
2. Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції Фарадея………………………………………………………………………….20.
3. Кола змінного струму......................................................................22.

а) ефективні значення сили струму та напруги у колах змінного струму;

б) послідовне та паралельне з"єднання R-, C-, L- компонентів ;

в) будова та принцип дії трансформатора.

1. Висновок...........................................................................................27.
2. Література.........................................................................................28.
3. Додатки.............................................................................................29.

**Вступ.**

Фізичні принципи та закони мають загальний характер та діють у цілому Всесвіті. Саме тому вивчення фізики має не тільки пізнавальне, але й практичне значення. Тому метою даної роботи є не тільки вивчення англійської фізичної лексики, термінів, а й ознайомитися із рівнем та методикою викладання фізики у вищих навчальних закладах США, порівняти їх із викладанням курсу загальної фізики у нашій державі. І досягти даної мети можна лише опрацювавши підручник Петера Нолана “ Основи фізики ”.

Електростатика.

Явища, що відбуваються у цілому світі ми можемо описати за допомогою кількох фундаментальних взаємодій: гравітаційної, ядерної, тощо. Нам відомі такі величини як маса, час, шлях. У даному розділі ми познайомимося із наступним фундаментальним поняттям – із електричним зарядом.

Електростатика – це один із розділів фізики, що вивчає електричні заряди, що перебувають у стані спокою та під впливом електричних полів.

Наші знання про електричні заряди не нові. Перші досліди по електростатиці провів у 600 р. до н. е. Фалес Мілетський, він спостерігав як шматочки янтарю, натерті шерстю, притягують дрібні предмети.

У природі існує два види електричних зарядів: позитивні та негативні. Негативні заряди ми одержимо, коли шматочки янтарю натерти шерстю, а позитивні, коли скляну паличку натерти шовком.

Проведемо експеримент. До підвішеної до стелі кульки піднесемо заряджену негативно паличку із янтарю. Доторкнувшись до кульки ми побачимо, що вони будуть відштовхуватись одна від одної ( рис. 1 ).

Таку ж картину ми спостерігатимемо і тоді, коли піднесемо до кульки позитивно заряджену скляну паличку, отже на кульку переходить певний електричний заряд, після чого однаково заряджені предмети відштовхуватимуться один від одного. Якщо ми підвісимо дві кульки та зарядимо їх протилежними за знаком зарядами, то кульки будуть притягуватися одна до одної. Отже можна зробити висновок, що протилежні заряди притягуються

Фундаментальний принцип електростатики звучить так: під час взаємодії однойменні заряди відштовхуються, а різнойменні притягуються.

Щоб дати сучасне формулювання електростатики розглянемо будову атома.

а) будова атома.

У п”ятому столітті до нашої ери грецькі вчені – філософи Демокріт та Левкіпп висловили думку, що речовина складається із маленьких частинок, які назвали атомами. Слово “атом “ у перекладі із грецької означає “ неподільний ”. У ХІХ ст.

англійський вчений Джон Дальтон довів, що всі відомі хімічні елементи складаються із атомів.

У 1897 році інший англійський вчений Джон Томсон відкрив електрон, негативно заряджену частинку, яка має масу mе = 9,1095 ∙ 10-31 кг. Відкриття електрона висунуло велику кількість проблем у фізиці.

Де знаходиться електрон ? Яка будова атома ?

Всі ці питання стосувалися саме будови атома, бо у тому, що атоми є складними утворами вже не сумнівався ніхто. Оскільки атом є електронейтральним, то повинні бути і позитивні заряди щоб нейтралізувати у атомі негативно заряджені електрони. На початку ХХ століття англійський фізик Ернест Резерфорд ( 1871 – 1937 ) спостерігав відхилення α-частинок на тонкій золотій фользі і виявив, що вони відхиляються на незвично великий кут, що доводить наявність у атомі масивного ядра із великою масою. Згодом Резерфорд створив ядерну модель атома. Його модель атома складалася із маленького позитивно зарядженого ядра у якому зосереджена майже вся маса атома та негативно заряджених електронів, що обертаються навколо ядра. Це нагадувало обертання планет навколо Сонця, тому модель атома Резерфорда назвали планетарною моделлю атома. Саме Резерфорд відкрив позитивно заряджену частинку, відому нам під назвою протон. Згодом було відкрито і нейтрон, частинку, яка взагалі не володіє електричним зарядом. Відмінності між хімічними елементами зумовлені різною кількістю протонів та електронів, які входять е- до складу атома. Так, наприклад, ядро атомагелію побудоване із двох протонів та двох нейтронів, навколо яких обертається два електрони. У наш час у модель е- е- Резерфорда внесено багато змін та 33 2 22222 доповнень, які покращили її. Зокрема було встановлено, що елементарні частинки, такі як протони, електрони, нейтрони, тощо, складаються із кварків – частинок, що володіють дробним елекричним зарядом.

Наведена таблиця, у якій містяться позначення та заряди всіх відомих кварків.

|  |  |
| --- | --- |
| Кварк | Електричний заряд кварка |
| u | 2\3 |
| d | -1\3 |
| s | -1\3 |
| c | 2\3 |
| b | -1\3 |
| t | 2\3 |

Заряд протона буде рівний:

q =2 ⁄3 +2⁄3 -1 ⁄3 = 1

Кварки у вільному стані виявлені не були і як свідчить теорія вони у вільному стані існувати не можуть.

У природі всі речовини поділяються на провідники та діелектрики. Якщо речовина містить вільні елекрони, то вона є провідником, до них належать майже всі метали. Діелектрики не проводять електричний струм, вони не містять вільних елекронів. До діелектриків відносять, як правило, неметали. Існує також невелика група речовин, які називають напівпровідниками, вони розташовані між провідниками та діелектриками.

Оскільки заряд електрона незначний, то у фізиці величиною для вимірювання електричного заряду є кулон, названий на честь французького фізика Шарля Кулона ( 1736 – 1806 ). Заряд у один кулон еквівалентний сумарному заряду 6,242 ∙1018 електронів. Заряд одного електрона рівний 1,60219 10 –19 Кл, що є сталою величиною у фізиці.

б) методи вимірювання електричних зарядів.

Для вимірювання електричних зарядів використовують електроскоп.

Він складається із кулі, з’єднаної з двома тонкими пластинками із алюмінію чи золота. Якщо доторкнутися зарядженою паличкою до кулі то електричні заряди перейдуть на листочки, які заряджаються до однакових зарядів та будуть відштовхуватись один від одного. По величині кута відштовхування і вимірюють електричні заряди.

в) закон Кулона та принцип суперпозиції електричних полів.

Ми спостерігали, що електричні заряди діяли один на одний із певною силою.

Але як виміряти цю силу? Відповідь на це питання дав у 1785 році французький вчений Шарль Кулон. Якщо два точкові електричні заряди q1 та q2  розташовані на відстані r один від одного, так як на рисунку 6, то сила взаємодії між q 1 q2  двома точковими зарядами q1 та q2  rпрямопропорційна добутку їх зарядів та оберненопропорційна квадрату відстані між ними. Дане визначення відоме як закон Кулона, математично який записують так:

F=K· ( 1)

де К – це константа, яка залежить від середовища у якому розташовані електричні заряди. Для вакууму К= 8,986· 109 Н· м2⁄с2. Для повітря значення К майже не відрізняється від його значення у вакуумі.

Іноді закон Кулона записують так:

F=  · ( 2 )

У формулі (2) константа К рівна: К= , а ε0 називають універсальною діелектричною сталою, яка рівна ε0= 8,856 · 1012 Ф/м2. Якщо заряди розташовані не у вакуумі чи повітрі, а у іншому середовищі, тоді буде інше значення сталої ε для цього середовища, а отже і інше значення К. Якщо розміри зарядів більші чим розміри точкових зарядів, закон Кулона використовувати не можна. Це стосується й відстані між зарядами, вона повинна бути значно більшою за розміри самих зарядів.

Якщо у нас є три чи більше точкових зарядів, то сила, яка діє на один із них, визначається як векторна сума сил, що діють з боку інших зарядів на певний вибраний електричний заряд. Математично це записують так:

 ( 3 )

Вираз під номером 3 математично виражає принцип суперпозиції електричних зарядів.

**Електричне поле.**

а) поняття електричного поля.

Вивчаючи закон Кулона ми встановили, що заряди q1 та q2 взаємодіють між собою із силою F. Виникає питання про те, як переноситься дана взаємодія між зарядами.

Майкл Фарадей ( 1791 – 1867 ), відомий англійський вчений, створив теорію електричного поля. Один із видів матерії – електричне поле розташоване навколо електричного заряду. Саме електричне поле, вважають, і переносить взаємодію між електричними зарядами.

Головною характеристикою електричного поля є напруженість поля . Напруженість електричного поля  – це відношення сили , що діє на невеликий додатній пробний заряд q0 до величини самого заряду q0:

= (4)

У системі СІ напруженість електричного поля вимірюється у ньютонах ділених на кулон: Н\Кл. дя того, щоб електричне поле пробного заряду не впливало на електричне поле досліджуваного заряду, його величина повинна бути мінімальна.

б) електричне поле точкового заряду.

Електричне поле точкового заряду ми визначаємо за допомогою закону Кулона та формули (4 ).

F=K·, тоді напруженість поля точкового заряду рівна:

= = 

 ( 5 )

Формула ( 5 ) визначає величину напруженості електричного поля.

Напруженість електричного поля точкового заряду прямопропорційна заряду, що її створює та оберненопропорційна квадрату відстані між точковим зарядом та точкою, де величину напруженості електричного поля вимірюють.

Електричне поле позитивного заряду зображено на рисунку 8. а. Лінії на рисунку зображають електричне поле.

Фарадей назвав дані лінії лініями сили, адже вони прямо вказують на силу, що діє на позитивний точковий заряд, що розташований у полі. Але оскільки різнойменні заряди притягуються, то сила між точковим зарядом -q та пробним зарядом q0 буде силою притягання. Тому лінії напруженості поля направлені радіально всередину області, де міститься заряд - q

в) суперпозиція електричних полів. +q1

Якщо присутні більш чим один заряд F3 то сила, 1що діє на вибраний заряд q рівна: +q2 q

+.....(6) F2

Якщо заряд q1 створює поле напруженістю Е1  то q2 створить поле Е2 і q3 створить поле Е3,тоді сили будуть рівні:

 ( 7 )

2 ( 8 )

3  ( 9 )

Заміна виразів ( 7 ) – (9) у виразі ( 6 ):

, винесемо заряд q та поділимо силу F на нього.

3 , але  це буде результуюча напруженість поля і тому:  ( 7 )

Вираз (7) є математичним записом принципу суперпозиції електричних полів, згідно якого, коли декілька зарядів створюють електричні поля, то результуюча напруженість поля є векторною сумою напруженостей створених окремими зарядами.

г) потенціал.

Електричний заряд володіє потенціальною енергією, яка визначається як енергія, якою володіє тіло у певному положенні і рівна роботі, яку потрібно виконати, щоб помістити тіло у дане положення. Потенціальна енергія рівна:

W=Fq,

де сила може носити різний характер, вона може бути і електричною, тоді

W=Eqx ( 8 )

Оскільки потенціальною енергією володіє заряд q та іноді важко прямо вивчати електричні заряди, то потрібно ввести характеристику вільну від заряду q. Електричний потенціал – це потенціальна енергія ділена на заряд:

( 9 )

У системі СІ розмірністю потенціалу буде вольт.

 ( 10 )

Еквіпотенціальні лінії – це лінії однакового чи сталого потенціалу. Потенціал точкового заряду можна обчислити за допомогою формули:

 ( 11 )

Вираз (11) дозволяє обчислити потенціал у точці простору, яка віддалена на відстань r від точки у якій розміщений заряд q. Принцип суперпозиції потенціалів: якщо присутні декілька точкових зарядів, то результуючий потенціал у певній точці рівний сумі потенціалів, створених кожним окремим зарядом: V=V1+V2+V3+….. (12)

Оскільки потенціал є скалярною величиною, то вони додаються згідно правил арифметики.

д) рух заряджених частинок у електричному полі.

Якщо електричний заряд розміщений у електричному полі, то на нього діє сила:  ( 13 )

Якщо заряд вільний та може рухатися, то за другим законом Ньютона:  (14 )

Якщо електричне поле стале і прискорення руху частинки теж стале, то формули кінематики опишуть рух частинки. Положення заряда у будь- який момент часу можна визначити за формулою:

 (15 )

швидкість частинки буде рівна: . Рух частинки у електричному полі зображено на рисунку 10.

е) електрична батарея – джерело електричного струму.

Цинкова та мідна пластинки занурені у розчин сірчаної кислоти Н2SО4.  Таку комбінацію ми Y називаємо електролітичною коміркою. Якщо декілька таких комірок з”єднати разом, то ми одержимо батарею. Пластинки називають електродами, а розчин Н2SО4 у воді - електроліт. На цинковому електроді позитивні йони Zn+2 переходять у розчин, заряджаючи пластинку негативно. Сірчана V0 кислота містить у складі молекули два позитивні йони Н+ та негативний йон кислотного залишку SО4-2Кожен йон захоплює електрон на мідному електроді, заряджаючи його позитивно. Далі два йони водню, захопивши електрони, з”єднуються у молекулу водню Н2.

У результаті цих хімічних процесів ми одержуємо негативно заряджений цинковий електрод та позитивний мідний, а між ними буде існувати різниця потенціалів. Якщо замкнути ключ, то з цинкового електрода через провідники потече потік електронів, через лампу, змусивши її світитися і так далі, до мідного електрода. Цей потік триватиме доти, поки не розчиниться весь цинковий електрод, чи не прореагує вся кислота. Всі сучасні батареї працюють на такому принципі, але електродами у них є цинкова та графітова пластинки.

**Електричний струм та електричне коло.**

а) електричний струм.

Перед 1800 роком вивчення електрики обмежувалося вивченням електричних зарядів у стані спокою, але добути значні електричні заряди та зберігати їх тривалий час було неможливо. У 1800 році Алессандро Вольта створив “Вольтів стовп “, пізніше названий електричною батареєю. Із створенням електричної батареї вивчення електрики значно розширилося.

У металах є велика кількість вільних електронів, які хаотично рухаються між іонами та якщо прикласти різницю потенціалів, то рух електронів стане впорядкованим. Це створить електричний струм, який визначають як електричний заряд, що пройшов через поперечний переріз провідника протягом часу t.

 ( 16 )

Результуючий струм називають постійним струмом, адже електричні заряди рухаються в одному напрямі.

б) закон Ома.

Якщо зібрати електричне коло згідно та змінювати у ньому величину сили струму, то буде змінюватись і значення напруги у колі.

Причому струм буде пропорційний напрузі : I ~ U , а відношення  буде стале і його називають опором електричного кола:

 ( 17 )

Формула (17 ) виражає закон Ома, згідно якого струм у колі прямопропорційний напрузі та оберненопропорційний опору кола. У системі СІ електричний опір вимірюють у омах, цю одиницю назвали на честь Г. Ома, який відкрив дану залежість.

в) поняття електричного опору

Якщо до металевого провідника прикласти різницю потенціалів, то електрони, що рухаються під впливом різниці потенціалів, стикаються із іонами, молекулами чи атомами, що містяться у вузлах кристалічної решітки і розсіюються, із- за цього й виникає електричний опір. Очевидно, чим більша довжина провідника, тим більшим буде й електричний опір, тобто електричний опір пропорційний довжині: R~ l. Чим більший поперечний переріз провідника, тим опір буде меншим, бо у електронів буде більше вільного простору для руху:

R~ (18)

Якщо ввести коефіцієнт пропорційності, опір провідника буде рівний:

R= ρ (19)

Із виразу (19) видно, що опір провідника прямопропорційний добутку питомого опору на довжину провідника та оберненопропорційний площі поперечного перерізу провідника. Питомий опір є сталим для кожної речовини і його значення для деяких речовин наведені у таблиці на рисунку 15.

Дослідження довели, що опір матеріалу не є сталим та залежить від температури:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Матеріал | ρ, Ом·м | α, ̉°̉̉С-1 |
| алюміній | 2,82 · 10-8 | 3,9 · 10-3 |
| графіт | 3,57 · 10-8 | -0,5 · 10-3 |
| мідь | 1,73· 10-8 | 3,93 · 10-3 |
| золото | 2,44 · 10-8 | 3,4 · 10-3 |
| залізо | 9,71 · 10-8 | 5,2 · 10-3 |
| ртуть | 94,8 · 10-8 | 8,9 · 10-3 |
| платина | 10,6 · 10-8 | 3,9 · 10-3 |
| срібло | 1,59 · 10-8 | 3,8 · 10-3 |
| янтар | 5 · 1014 | - |
| скло | 1013 - 1014 | - |
| дерево | 108 - 104 | - |

R=R0 ( 1 + α Δt ) ( 20 ),

де α – це температурний коефіцієнт опору.

При зниженні температури до абсолютного нуля у металах спостерігається досить цікаве явище, коли при певній (критичній) температурі опір спадає до нуля. Це явище назвали надпровідністю. Його вперше спостерігав у 1911 році голландський вчений Камерлінг Оннес, який досліджуючи плівки ртуті, спостерігав, як їх опір спадає до нуля при температурі 0,05 К. Залежність питомого опору від температури для надпровідників зображена на

Дослідження виявили, що надпровідність проявляється лише при дуже низьких температурах. Лише у 80-их роках на основі сплавів оксидів барію, лантану, ітрію та міді вдалося досягти значень критичної температури близько 90 К. Потужність у колах постійного струму рівна Р=І·U , якщо її пов"язати із опором кола, то тоді потужність у колі постійного струму буде рівна:

 ( 21 )

Втрати енергії у провіднику рівні: Е=Р·t=I2Rt, і якщо опір рівний нулю, то втрати енергії у колі відсутні. Саме тому дослідження надпровідності такі важливі. Якщо будуть створені надпровідники із високою критичною температурою, то це дасть змогу знизити вартість електроенергії, створювати економічні електродвигуни та генератори.

При послідовному з"єднанні резисторів їх сумарний опір рівний сумі опорів окремих резисторів

R= R1+R2+R3+…. ( 22 )

Опір R називають еквівалентним резистором.

На рисунку 19 зображено типове паралельне з"єднання провідників. Напруги на всіх резисторах будуть рівні, тому V=V1=V2=V3 , а струм І буде рівний сумі струмів на кожному резисторі: І=І1+І2+І3. Тоді еквівалентний опір кола рівний:

 ( 23 )

Електрорушійна сила ( ЕРС ) рівна:

Ε= ІR+ Ir ( 24 ), де

R – це опір зовнішнього навантаження, а r – це внутрішній опір електричної батареї. R1 R2 R3

Формула (24) виражає закон Ома для повного кола. Електрорушійна сила завжди більша за номінальну напругу електричної батареї живлення.

г) закони Кірхгофа.

Досить часто нам потрібно обчислити струм та ЕРС у колах, що містять декілька електричних батарей, а резистори з”єднані змішано, тому скористатися законом Ома у даному випадку не можна.

Для обчислення струму та напруги у колі за таких умов використовують правила Кірхгофа, яких є два.

Перше правило Кірхгофа: сума струмів, що входять у вузол рівна сумі струмів, що виходять із вузла. Цей закон, по суті, є законом збереження електричного заряду.

 ( 25 )

Друге правило Кірхгофа: сумарна зміна потенціалів у вибраному замкнутому контурі рівна нулю.

ΔV=0 (26)

Закони Кірхгофа використовують для обчислення параметрів складних електричних кіл.

**Електрична ємність.**

а) електричний конденсатор.

Сукупність двох провідників однакового розміру, розташованих поблизу один одного та заряджених протилежними за знаком електричними зарядами, називають електричним конденсатором. Конденсатор зберігає електричну енергію у вигляді електричного поля між протилежно зарядженими пластинами. У наш час створено плоскі, циліндричні, сферичні конденсатори. Нехай плоский конденсатор ввімкнено у електричне +q -q коло згідно схеми ( рис. 20 ).Його пластини одержують однакові за величиною, але протилежні за знаком електричні заряди +q та -q. Характеристикою конденсаторів U є їх ємність С, яка рівна відношенню заряда конденсатора до величини напруги на його пластинках

 ( 27 )

У системі СІ ємність вимірюють у фарадах. Якщо розглянути різні типи конденсаторів, то найпростіший із них - плоский конденсатор, він складається із двох пластинок певної площі, які розміщені на відстані d одна від одної.

Ємність плоского конденсатора рівна:

 ( 27 )

S – площа пластинок плоского конденсатора, а d - це відстань між пластинками. Ємність циліндричного конденсатора рівна:

 ( 28 ),

де r1 та r2 - це радіуси зовнішнього та внутрішнього циліндрів, а І – це довжина конденсатора. Ємність сферичного конденсатора рівна:

 ( 29 ), де r1 та r2 - це

радіуси зовнішньої та внутрішньої сфер конденсатора.

б) енергія зарядженого конденсатора.

Енергія зарядженого конденсатора визначається за формулою:

 ( 30 ),

де U – це напруга на пластинах конденсатора.

в) послідовне, паралельне та змішане з”єднання конденсаторів.

Якщо три або більше конденсаторів з”єднати послідовно, то їх ємність можна обчислити за допомогою формули: C1 C2 C3

 ( 31 )

якщо три конденсатори з”єднати в коло паралельно то еквівалентна ємність С електричного кола буде рівна: С= С1+С2+С3+….+Сn ( 32 ). якщо електричні конденсатори з”єднати змішано, то для обчислення еквівалентної ємності ми використаємо формули ( 31 ) та ( 32 ). Розглянемо як впливає електричне поле на діелектрики.

Як було сказано раніше, атом є електронейтральним.

Позитивний заряд атома розташований у його центрі, у ядрі, навколо якого рухаються від”ємнозаряджені електрони. Якщо атом помістити у електричне поле із напруженістю , то ми спостерігатимемо зміщення симетрії розташування позитивних та негативних зарядів. У електричному полі на електрон діє сила: , яка зміщує орбіту по якій рухається електрон. Тому нейтральний атом перетворюється у електричний диполь. Деякі молекули не мають симетричного розміщення електричного заряду, тому у їх молекулах існує постійний

дипольний момент. Але без накладання електричного поля ці диполі розміщені хаотично. При накладанні електричного поля диполі будуть орієнтуватися по полю,

а) розташування диполів без

б) розташування диполів у накладання електричного електричному полі поля із напруженістю .

**Магнетизм.**

Крім електричного поля в природі існує також магнітне поле. Більшість із нас мали справу із плоским магнітом, спостерігали як магніт притягує залізні предмети крізь папір, тощо. У роботі із магнітом ми мали справу із магнітним полем, одним із видів матерії у Всесвіті. Кожен магніт має два полюси: південний та північний. Магніти взаємодіють між собою, причому протилежні полюси притягуються, а однакові полюси відштовхуються один від одного.

Земля має магнітне поле і коли північний полюс компаса обертається, то він показує на південь, бо різнойменні полюси притягуються. Тому полюс, який звичайно називають північним магнітним полюсом є насправді південним полюсом.

Магнітне поле визначається індукцією магнітного поля. На частинку у магнітному полі діє сила, що рівна: F=qVBsin α . Тоді індукція магнітного поля буде рівна:

 ( 33 )

Індукція магнітного поля – відношення сили, що діє на частинку у магнітному полі, до величини електричного заряду частинки та її швидкості руху. У системі СІ індукцію магнітного поля вимірюють у теслах ( Тл. ).

Якщо провідник із струмом помістити у магнітне поле із індукцією поля рівною В, то на провідник буде діяти сила Ампера:

F=ІBlsin α ( 34 ).

Але постає питання як створити магнітне поле ? Перший спосіб – це використати постійні магніти, цей спосіб відомий людству ще із сивої давнини. Але він досить недосконалий, бо з його допомогою не можна отримати потужні магнітні поля із великим значенням індукції магнітного поля В. Лише 1820 році було виявлено зв”язок між електричним та магнітним полем і здійснив це відкриття Ганс Крістіан Ерстед.

Якщо поблизу провідника розмістити декілька магнітних стрілок та пропустити через провідник струм силою І, то ми будемо спостерігати відхилення магнітної стрілки, що свідчить про те, що навколо провідника із струмом утворилося магнітне поле. Значення індукції магнітного поля створеного невеликим елементом провідника Δl, що проводить струм силою І можна обчислити за допомогою формули:

 ( 35 )

Якщо є декілька провідників із струмом і накладається декілька магнітних полів, то результуюча індукція магнітного поля рівна векторній сумі індукцій окремих магнітних полів:

 ( 36 )

Величина індукції магнітного поля у центрі провідного витка дроту із радіусом r, що проводить струм І рівна:

 ( 37 )

Якщо взяти котушку із провідників, відому під назвою соленоїд, а не один виток дроту, то тоді індукція магнітного поля у центрі соленоїда буде рівна:

 ( 38 )

Якщо пропускати електричний струм через два провідники, то навколо них утворяться магнітні поля, які будуть взаємодіяти між собою ( якщо струми проходять у одному напрямі – будуть відштовхуватись, якщо у протилежних – будуть притягуватись ). Силу такої взаємодії визначають за допомогою формули закону Ампера:

 ( 39 )

Із формули закону Ампера виводять означення ампера – це така сила струму, що протікає по двох нескінченно довгих, паралельних провідниках, які розміщені на відстані 1м. у вакуумі, яка створює силу взаємодії між провідниками рівну 2· 10-7 Н/м. Із використанням поняття магнітного поля були побудовані численні пристрої, наприклад, електричні мотори та генератори, аудіо-, відеоапаратура.

Вивчивши основні поняття магнетизму нез”ясованим залишається лише природа самого явища. Всі магнітні явища мають електричну природу. Орбітальний електрон ( рис. 27 ) рухаючись у атомі створює коловий струм, якому відповідає магнітний дипольний

момент атома: m0=I·S, де площа

рівна S=πr2 , а коловий струм рівний:

 ( 40 ), де f – це частота, чи кількість обертань електрона за одиницю часу. Тому орбітальний магнітний момент атома рівний:

 ( 41 )

Електрони обертаються навколо ядра і створюють магнітні моменти, тобто атом нагадує звичайний плоский магніт. На додачу до орбітального магнітного моменту атома електрон, який є зарядженою сферою, обертається навколо власної осі і створює обертальний магнітний момент атома , який ще називають спіном. У атомі електрони, як правило, розміщуються на електронних оболонках атома. Якщо електрони повністю заповнюють електронну оболонку атома, то атом не володіє магнітним моментом. Залізо, нікель та кобальт мають на зовнішній оболонці атома неспарені електрони, які створюють спіновий магнітний момент атома. Тому із цих речовин можна виготовляти постійні магніти. Магнітні властивості обумовлені елементарними атомними струмами, що циркулюють у атомі, тому не можна відділити північний полюс магніта від південного. Хоча деякі вчені і намагаються виявити магнітні монополі, тобто частинки із одним, ізольованим магнітним полюсом.

**Електромагнітна індукція.**

**Закон електромагнітної індукції Фарадея.**

Якщо струм у провіднику створює магнітне поле, то логічний було б припустити, що можливий і зворотний процес, тобто із допомогою магнітного поля створити електричний струм. Шлях отримання електричного струму за допомогою магнітного поля відкрили два вчених, ще у ХІХ столітті. Це були Майкл Фарадей та Джозеф Генрі. Перш ніж розглянути це відкриття ми встановимо поняття потоку магнітного поля.

Потік магнітного поля Ф – це кількість ліній магнітного поля, що проходять перпендикулярно до поверхні. На рисунку 28 показано напрям вектора магнітної індукції, що проходить через певну поверхню. Магнітний потік рівний: Ф=В· S·соsα . Вимірюють магнітний потік у теслах (Тл.). Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції, згідно якого змінне у часі магнітне поле, що проходить через провідник, індукує в ньому електрорушійну силу:

 ( 42 )

Якщо для дослідів використати котушку із намотаним дротом, то електрорушійна сила буде рівна:

 ( 43 ) , де N – це кількість витків дроту у котушці.

Знак “ – “ у формулах ( 42 ) – ( 43 ) дуже важливий. Пояснити його можна за допомогою закону Ленца, у якому сказано, що індукований у колі струм має такий напрям, що його власне магнітне поле протидіє впливу зовнішнього магнітного поля, що створило даний струм. Оскільки змінне магнітне поле індукує ЕРС, то явище електромагнітної індукції можна використати для створення генератора змінного струму. Для цього рамку із дроту поміщають у магнітне поле та обертають її із частотою f. Під час обертання рамки потік магнітного поля Ф через площу рамки постійно змінюється і у рамці буде індукуватись змінна ЕРС, що рівна:

 ( 44 ),

де ω - це кутова швидкість обертання рамки із дротом. Вираз ( 44 ) можна переписати у вигляді:  ( 45 ), якщо припустити, що добуток ωSB рівний максимальному ( амплітудному ) значення ЕРС. Якщо виводи рамки приєднати до резистора із опором R, то струм у колі за законом Ома буде рівний:

 ( 46 ), де амплітудне значення струму:  (47). За таких умов змінний струм можна обчислити за допомогою формули:  ( 48 ).

У практичних цілях, для одержання більших значеннь електрорушійної сили на рамку намотують велику кількість витків дроту ( N витків ) і тоді результуюча ЕРС зросте у N разів:  ( 49 ).

Якщо є два коаксіальні соленоїди і по обмотці одного із них протікає змінний струм, то у обмотці другого соленоїда буде індукуватись змінна ЕРС, це явище одержало назву взаємної індукції. ЕРС у другій обмотці можна визначити за формулою: ( 50 ), де М – це певна стала, що залежить лише від геометрії соленоїда, чи іншої котушки:  ( 51 ). Змінне магнітне поле індукує ЕРС не лише у інших обмотках, але й і у своїй власній обмотці, цей процес одержав назву самоіндукції.

Енергія магнітного поля рівна:  ( 52 ), де L - це індуктивність котушки із струмом.

**Кола змінного струму.**

а) ефективні значення сили струму та напруги у колах змінного струму.

Історично першим вчені почали вивчати постійний струм, це пояснюється відкриттям електричної батареї та складністю одержання змінного струму. Але у наш час змінний струм використовується набагато частіше ніж постійний струм. Це пояснюється простотою передачі змінного струму на великі відстані, легкістю зміни значення напруги чи сили струму. Маючи знання про електромагнітну індукцію, ми знаємо, що обертання рамки у магнітному полі приводить до появи у рамі змінної ЕРС, значення якої рівне:

 ( 53 ),

де ω - це кутова швидкість обертання рамки із дротом. Вираз ( 53 ) можна переписати у вигляді:  (54), де амплітудне значення ЕРС рівне: Е0=ωSB ( 55 ).

Змінний струм у рамці:  (56), де амплітудне значення струму:  ( 57 ). За таких умов змінний струм можна обчислити за допомогою формули:  (58). На відміну від постійного струму, у якому заряди рухаються в одному напрямку, в змінному струмі вони рухаються спочатку в одному напрямі, а далі у протилежному йому.

Струм рівний нулю у момент часу t=0 і змінюватиметься в одному напрямі доти, поки його значення не стане рівним максимальному, далі він спадає до нуля. Коли струм набуде нульового значення, він почне змінюватися у протилежному напрямі до значення - i0, а далі знов рухатиметься до нульового значення. Далі цей процес коливань значення сили струму повториться. Коливання значення сили струму ми можемо описати виразом:

πft ( 59 ),

де f – це частота коливань змінного струму, а t – е час від моменту початку коливання.

Оскільки у колах змінного струму значення сили струму та напруги змінюються із частотою: ω=2 πft, то їх не можна використовувати у обчисленнях. Тому були введені поняття ефективного струму та напруги.

Ефективне значення струму ( іноді діюче значення ) – це таке стале значення сили струму, яке створює такий же результат, як і змінний струм. Ефективне значення струму пов”язане із амплітудним його значенням виразом:

 ( 60 ).

Ефективне значення сили струму складає 70,7% його амплітудного значення.

Ефективне значення напруги ( іноді діюче значення ) – це таке її стале значення, яке створює такий ефект ( тепловий, світловий ), як і змінна напруга. Ефективне значення напруги пов”язане із амплітудним її значенням виразом:

 ( 61 ).

Змінна напруга описується формулою: πft ( 62 ).

Аналізуючи кола змінного струму можна побачити, що вони побудовані лише із трьох компонентів ( точніше їх спрощують до трьох компонентів), це опір R, індуктивність L та ємність C. Ці компоненти можуть бути з”єднані як послідовно так і паралельно.

б) послідовне та паралельне з”днання R-, L-, C- компонентів.

Оскільки у котушці під час проходження змінного струму буде створюватися власне магнітне поле, що приведе до появи змінної ЕРС та змінного струму, то котушка буде впливати на проходження струму у колі.

Фазовий кут φ вказує на скільки напруга випереджає чи відстає від струму у колі:  ( 63 ). Коли кут φ додатній, то коло називають індуктивним, а якщо від”ємний, то коло носить назву ємнісного.

Індуктивний опір рівний: , а ємнісний опір:  , тоді повний опір кола буде рівний: , повний опір також називають імпедансом. Його можна визначити, як видно із рисунка 30, за допомогою теореми Піфагора та векторних діаграм опорів.

Коли виконується умова XL=XC, то у колі змінного струму спостерігають явище резонансу струмів, бо повний опір кола у цей момент стане рівний його активному опору R. Частоту резонансу можна обчислити за формулою:

 ( 64 ), яка носить назву формули Томсона.

За умови XL=XC опір електричного кола буде мінімальний, а струм у колі буде за законом Ома:  рівний його мінімальному значенню. Залежність сили струму від частоти зображена на рисунку 31. Резонанс використовують у багатьох фізичних приладах, він використовується під час настроювання радіоприймачів на хвилю певної частоти.

в) будова та принцип дії трансформатора.

Трансформатор працює на принципі взаємної індукції, він перетворює електричну енергію, що виражена одним значенням напруги та сили струму у первинній обмотці у інші значення напруги та сили струму у вторинній обмотці.

ЕРС створює у первинній обмотці змінний струм і, як наслідок, змінне магнітне поле, то ЕРС у вторинній обмотці індукована за допомогою цього змінного магнітного поля рівна:

 ( 65 )

ЕРС у первинній обмотці, яку індукує Е2 рівна:  ( 66 ).

Зміна магнітного поля у часі у виразах ( 65 ) – ( 66 ) рівна, тому ми можемо записати:  ( 67 ), тоді:  ( 68 )

Тому ЕРС індукована у вторинній обмотці трансформатора буде визначатися виразом : ( 69 ).

Якщо N2 – число витків у вторинній обмотці більше чим N1 – число витків у первинній обмотці, то відношення  буде більшим чим 1, тоді індукована ЕРС Е2 буде більша чим Е1 і ми матимемо підвищувальний трансформатор. Якщо відношення  буде меншим чим 1, тоді індукована ЕРС Е2 буде менша чим Е1 і ми матимемо понижуючий трансформатор.

**Висновок.**

Під час виконання роботи виконано реферативний переклад підручника фізики Петера Нолана "Основи фізики для коледжів ", було створено словник фізичних термінів, деякі із них вже давно стали міжнародними.

Викладання фізики за даним підручником є досить насиченим, хоча він і не містить деяких досить важливих питань курсу фізики. Підручник насичений кольоровими ілюстраціями, діаграмами, графіками, для створення яких використано близько 100 кольорів, що робить користування книгою цікавим та пізнавальним.

Робота із даною книгою була цікавою мені не тільки у сенсі вивчення англійської мови, а і для вивчення фізики.

**Література.**

1. Краткий англо- русский и русско- английский словарь. Под ред. А. В. Литвиновой, " Советская энциклопедия ", М.; 1966.
2. Українсько- англійський словник. Під ред. Ю. О. Жлуктечка, " Радянська школа ", К.; 1987.
3. Peter J. Nolan " Fundamental of college physics ", " Wm. C. Brown Publisher'', Dubuque, 1995.

**Додаток 1.**

Прізвища вчених та власні назви.

1. Ampere Anryie – Ампер Анрі, французький фізик та математик, встановив закон взаємодії двох провідників із електричним струмом (закон Ампера).
2. d”Arsonval Jacque Arsene (1851 – 1940) – д”Арсонваль Жак Арсен, французький фізик, винахідник гальванометра, вольтметра та амперметра у їх сучасному виді.
3. Biot – Біо, французький фізик та математик, що досліджував явища магнетизму (закон Біо-Савара-Лапласа).
4. Chadwick John – Чедвік Джон, англійський фізик, досліджував будову атомного ядра, відкрив одну із фундаментальних частинок – нейтрон, лауреат Нобелівської премії.
5. Coulomb Charles Anryie de (1736 - 1806) – Кулон Шарль Анрі, французький фізик, що відкрив закон взаємодії двох точкових електричних зарядів, відомий як “закон Кулона”.
6. Dalton John (1766 - 1844) – Дальтон Джон, англійський фізик та хімік, створив атомно – молекулярне вчення про будову речовини.
7. Gell-Mann Murrey – Гелл-Манн Мюррей, автор теорії кварків, частинок із дробовим електричним зарядом з яких складаються інші елементарні частинки.
8. Faraday Maickle (1791 – 1867) – Фарадей Майкл, англійський фізик та хімік, що вніс великий вклад у розвиток науки XIX ст., створив узагальнене вчення про електромагнітні явища у рамках якого всі магнітні та електричні явища розглядаються із єдиної точки зору, відкрив явище електромагнітної індукції, явище поляризації діелектриків, явища діа- та пара магнетизму, обертання площини поляризації світла у магнітному полі, відкрив закони електролізу, ввів у використання поняття магнітного та електричного полів.
9. Kirchhoff Gustav Robert (1824 – 1887) – Кірхгоф Густав Роберт, німецький фізик, сформулював правила для розрахунку сили струму та напруги у розгалужених електричних колах.
10. Lorentz – Лоренц, австрійський фізик та математик, відомий своїми роботами з магнетизму та теорії відносності.
11. Ohm Geog Simon (1787 – 1854) – Ом Георг Сімон, німецький фізик, встановив кількісну залежність між силою струму та напругою у електричному колі, відому у наш час як закон Ома, у 1827 р. обґрунтував цей закон теоретично.
12. Oersted Hans Christian (1777 – 1851) – Ерстед Ганс Крістіан, датський фізик, відомий відкриттям дії електричного струму на магнітну стрілку.
13. Rutherford Ernest (1871 – 1937) – Резерфорд Ернест, англійський фізик, нагороджений Нобелівською премією за дослідження в області будови атома, створив планетарну модель будови атома.
14. Savart – Савар, французький фізик та математик, що досліджував явища магнетизму ( закон Біо-Савара-Лапласа ).
15. Thales of Miletus (са. 624 – 547 в.с.) – Фалес Мілетський, давньогрецький філософ та вчений, відкрив явище електризації тіл під час тертя.
16. Thomson J. J. – Том сон Джон, англійський фізик, лауреат Нобелівської премії за відкриття електрона, досліджував будову атомного ядра.
17. Tesla Nikola ( 1856 – 1943 ) – Тесла Ніколай, чеський фізик та конструктор, працював над покращенням будови електричних машин (двигунів, генераторів, тощо)

# **Додаток 2.**

# Короткий англо – український словник фізичних термінів.

A

1. Accelerate – прискорюватися.
2. Addition – сума.
3. Alpha particles – альфа- частинка, α- частинка.
4. Alternating current generator –генератор змінного струму.
5. Amber – янтар.
6. Ammeter – амперметр.
7. Ammonium chloride – хлорид амонію.
8. Ampere – ампер.
9. Amplitude – амплітуда.
10. Angle – кут.
11. Angular speed – кутова швидкість.
12. Arithmetic – арифметика.
13. Atmosphere – атмосфера.
14. Atom – атом.

## B

* + - 1. Baкelite – бакеліт.
      2. Barium – барій.
      3. Battery – батарея.
      4. Benzene – бензин.
      5. Beryllium – Берилій.
      6. Bombard – бомбардувати.

C

1. Capacitance – ємність.
2. Capacitive reactance – ємнісний опір.
3. Capacitor – конденсатор.
4. Carbon – вуглець.
5. Carbon tetrachloride – чотири хлористий вуглець.
6. Cathode – катод.
7. Chemical element – хімічний елемент.
8. Cylindrical capacitor – циліндричний конденсатор.
9. Circle – коло.
10. Circuit – коло ( електричне ).
11. Coaxial – коаксіальний.
12. Cobalt – кобальт.
13. Coil – кільце.
14. Conductor – провідник.
15. Connection – зв’язок.
16. Constant – стала, константа.
17. Copper – мідь.
18. Corpuscle – частинка, корпускула.
19. Cosine – косинус.
20. Coulomb – кулон.

## D

1. Diagram – діаграма.
2. Dielectric constant – діелектрична стала.
3. Dielectric – діелектрик.
4. Dipole – диполь.
5. Directly proportional – прямо пропорційний.
6. Disassociate – дисоціація.
7. Dissolve – розчинення.
8. Dotted line – дотична лінія.

E

1. Effective current – ефективний струм.
2. Effective voltage – ефективна напруга.
3. Electromotive force – електрорушійна сила.
4. Electric charge – електричний заряд.
5. Electric current – електричний струм.
6. Electric dipole moment – електричний дипольний момент.
7. Electric field – електричне поле.
8. Electric field intensity – напруженість електричного поля.
9. Electricity – електрика.
10. Electrode – електрод.
11. Electrolyte – електроліт.
12. Electrolytic cell – електролітична комірка.
13. Electromagnetic induction – електромагнітна індукція.
14. Electron – електрон.
15. Electroscope – електроскоп.
16. Electrostatic – електростатика.
17. Emanation – ви промінювання.
18. Energy density – густина енергії.
19. Energy – енергія.
20. Equipotential surface – еквіпотенціальна поверхня.
21. Ethyl alcohol – етанол, етиловий спирт.

F

1. Farad – фарад.
2. Frequency – частота.
3. Fundamental – головний, фундаментальний.

G

1. Galvanometer – гальванометр.
2. Gauss – гаус.
3. Glass – скло.
4. Gravitation - гравітація, тяжіння.

H

1. Heat – теплота.
2. Helium – Гелій.
3. Horizontal – горизонтальний.
4. Hydrogen gas – водень.
5. Hydrogen – Гідроген.

I

1. Impedance – повний опір, імпеданс.
2. Induction – індукція.
3. Inductive reactance – індуктивний опір.
4. Inversely proportional – обернено пропорційний.
5. Ion – іон.
6. Ionic crystal – іонний кристал.

J

1. Joule – джоуль.

## K

1. Kinetic energy – кінетична енергія.

## L

1. Lanthanum – лантан.

1. Lendht – довжина.
2. Lithium – Літій.

M

* + - 1. Magnet – магніт.
      2. Magnetic dipole moment – магнітний дипольний момент.
      3. Magnetic flux – магнітний потік.
      4. Magnetic flux density – густина магнітного потоку.
      5. Magnetic induction – магнітна індукція.
      6. Magnetic monopoles – магнітна індукція.
      7. Magnetic field – магнітне поле.
      8. Magnetism – магнетизм.
      9. Magnitude – величина.
      10. Manganeze dioxide – двоокис марганцю.
      11. Mass – маса.
      12. Mathematical statement – математичний вираз.
      13. Maximum – максимум.
      14. Mercury – ртуть.
      15. Metal – метал.
      16. Meter – метр.
      17. Microchip – мікросхема.
      18. Milliampere – міліампер.
      19. Motion – рух.
      20. Multiples – мультиполь.
      21. Multirange – багато діапазонний.
      22. Mutual induction – взаємна індукція.

N

1. Natural logarithm – натуральний логарифм.

2. Negative charge – негативний заряд.

1. Neutral – нейтральний.
2. Neutralize – нейтралізувати.
3. Neutron – нейтрон.
4. Newton –ньютон.
5. Nickel – нікель.
6. Nonmetal – неметал.
7. Nuclear – ядерна.
8. Nucleus – ядро.

O

1.Ohm – ом.

2.Oscilloscope – осцилограф.

3. Oxygen – кисень.

P

1. Parallel plate capacitor – плоский конденсатор.
2. Perpendicular – перпендикуляр.
3. Phase angle – фазовий кут.
4. Phase relations – фазове відношення.
5. Phenomenon – феномен.
6. Planet – планета.
7. Plexiglass – органічне скло, плексиглас.
8. Point charge – точковий заряд.
9. Polar molecule – полярна молекула.
10. Positive charge – позитивний заряд.
11. Potential – потенціал.
12. Potential difference – різниця потенціалів.
13. Potential field – потенціальне поле.
14. Power – потужність, сила.
15. Primary coil – первинна обмотка.
16. Proton – протон.
17. Pyrex glass – пірекс.

Q

* + - 1. Quadrant – квадрант.
      2. Quantity – кількість.
      3. Quantize – квантований, поділений на рівні.
      4. Quark – кварк.

R

Radiate – випромінювати.

Radius – радіус.

Resistance – електричний опір.

Resistivity – питомий опір.

Resistor – резистор.

Resistors in parallel – паралельне з’єднання провідників.

Resistors in series – послідовне з’єднання провідників.

Resonance – резонанс.

Resonant frequency – резонансна частота.

Resultant – результуючий.

Right- hand rule – правило правої руки.

Rotate – обертатися.

Rule – правило.

S

1. Scalar field – скалярне поле.
2. Second – секунда.
3. Secondary coil – вторинна обмотка.
4. Self - induction – самоіндукція.
5. Semiconductor – напівпровідник.
6. Shunt – шунт.
7. Sine – синус.
8. Sinusoidally – синусоїдний.
9. Solar System – Сонячна система.
10. Solenoid – соленоїд.
11. Solution – розчин.
12. Solvent – розчинник.
13. Sphere – сфера.
14. Spin magnetic moment – спіновий магнітний момент.
15. Spiral – спіральний
16. Square – піднесений до квадратного степеня.
17. “ St. Elmo’s Fire ” – вогні Св. Ельма.
18. Step-down transformer – понижуючий трансформатор.
19. Step-up transformer – підвищуючий трансформатор.
20. Strong nuclear force – сильна ядерна взаємодія.
21. Substance – субстанція, речовина.
22. Substitution – заміна.
23. Sulfuric acid – сірчана кислота.
24. Superconduction – надпровідність.
25. Superconductor – надпровідник.
26. Superposition – накладання, суперпозиція.
27. Switch – перемикач.

T

* + - 1. Tangent – тангенс.
      2. Tesla – тесла.
      3. Test charge – пробний заряд.
      4. Time – час.
      5. Transformer – трансформатор.
      6. Transistor – транзистор.

V

1.Vacuum – вакуум.

2.Various resistor – змінний резистор.

3.Vektor – вектор.

1. Volt – вольт.
2. “Voltaic pile ” – Вольтів стовп.
3. Voltmeter – вольтметр.

W

1.Watt – ватт.

2.Wax paper – восковий папір.

3.Weber – вебер.

Z

1.Zero – нуль

2.Zinc – цинк.