**Тема уроку**: §40 **Абетка електростатики**

Питання:

1. Електричний заряд
2. Вимірювання заряду електрона
3. Електризація тіл
4. Закон Кулона

**Що таке електричний заряд**

Електричний заряд q - це фізична величина, яка характеризує властивість частинок або тіл вступати в електромагнітну взаємодію.

 Одиниця електричного заряду в СІ -кулон: [q] = 1 Кл (С).

1 кулон дорівнює заряду, який проходить через поперечний переріз провідника за 1 секунду, якщо сила струму в провіднику становить 1 ампер:

1. **Основні властивості електричного заряду:**
2. Існують два роди електричних зарядів - позитивні й негативні. Електричний заряд такого роду, як заряд, отриманий на бурштині або ебонітовій паличці, потертих об вовну, прийнято називати негативним, а такого роду, як заряд, отриманий на паличці зі скла, потертій об шовк, — позитивним.
3. Тіла, що мають заряди одного знака, відштовхуються; тіла, що мають заряди протилежних знаків, притягуються.
4. Носієм електричного заряду є частинка — електричний заряд не існує окремо від неї.
5. Електричний заряд є дискретним, тобто електричні заряди фізич­них тіл кратні певному найменшому (елементарному) заряду. Носій най­меншого негативного заряду — електрон. Цей заряд зазвичай позначають символом е; його значення: *е* = -1,6 10-19 Кл. Носій найменшого позитив­ного заряду — протон. Заряд протона за модулем дорівнює заряду елек­трона. Якщо q-заряд тіла, *е* - заряд електрона, N - ціле число, то

$\left|q\right|$= $\*N\left|e\right|$

1. **Вимірювання заряду електрона**

**Як був виміряний заряд електрона**

Перше досить точне вимірювання елементарного заряду здійснив аме­риканський фізик-експериментатор Роберт Ендрус Міллікен (1868-1953) на початку ХХ ст. Схему його досліду подано на рис. 40.1. У простір між зарядженими пластинами, заряд на яких можна було плавно

змінювати, вчений впорскував масло. При впорскуванні утворювалися дуже маленькі крапельки, частина з яких несла негативний заряд.



Рис.40.1. Пристрій для досліду і схема досліду Р. Міллікена щодо визначення заряду електрона. На краплю, що потрапляє між пластинами,

діють сила тяжіння (Fтяж), сила опору повітря (Fоп), архімедова сила (Fарх) і сила з боку електричного поля заряджених пластин (Fел)

Кожного разу Міллікен спостерігав за окремою зарядженою краплею. Плавно змінюючи заряд пластин, учений домагався, щоб крапля рівномірно піднімалася вгору. Зрозуміло, що в цьому випадку сили, які діяли на кра­плю, були скомпенсовані. Ураховуючи це, а також те, що сила Рел , яка діяла на краплю з боку пластин, прямо пропорційна заряду краплі, вчений об­числював заряд краплі.

Багато разів повторюючи вимірювання (історики стверджують, що до­сліди тривали майже 4 роки), Міллікен з'ясував, що кожного разу заряд q краплі був кратним деякому найменшому заряду: є = -1,6 10-19 Кл. Тобто q = N\*e, де N - ціле число.

Досліджувані краплі були заряджені негативно, тобто мали надлиш­кову кількість електронів. Тому вчений зробив висновок, що найменший заряд - це заряд електрона.

Важливий результат роботи Міллікена - не тільки визначення заряду електрона, а й доведення дискретності електричного заряду.

1. **Електризація тіл**

**Що відбувається під час електризації**

Електризація - це процес одержання електричного заряду макроскопіч­ними тілами або їх частинами.

Є кілька способів електризації, серед них - електризація тертям (три­боелектрика). Ви вже знаєте, що в процесі електризації тертям відбувається тісний контакт двох тіл, виготовлених із різних матеріалів, і частина електронів переходить з одного тіла на інше. Після роз'єднання тіл виявляється, що тіло, яке віддало частину своїх електронів, заряджене позитивно, а тіло, яке одер­жало ці електрони, заряджене негативно (рис. 40.2). За будь-якого способу електризації тіл відбувається перерозподіл наявних в них електричних зарядів, а не поява нових. Це твердження є наслідком одного з найважливіших законів природи - закону збереження електричного заряду:

**Повний заряд електрично замкненої системи тіл залишається незмінним під час усіх взаємодій, які відбуваються в цій системі:**

q1 + q2 +... + qn = const,

де q1, q2, ..., qn — заряди тіл, які утворюють систему; n — кількість тіл.

Таким чином, якщо перед електризацією тертям скляної палички об шовкову тканину і паличка, і тканина були незарядженими, то після тертя вони виявляться зарядженими, причому їхні заряди будуть однаковими за модулем і протилежними за знаком. Тобто їхній сумарний заряд, як і перед дослідом, дорівнюватиме нулю.



Рис. 40.2. Під час електризації тертям частина електронів зі скляної палички перейде на клаптик шовку, в результаті чого скляна паличка набуде позитивного заряду, а клаптик шовку – негативного

1. **Закон Кулона**

**Що визначає закон Кулона**

Французький фізик Шарль Кулон(1736-1806) експериментально встановив за­кон, який став основним законом електро­статики і був названий на його честь, — закон Кулона:

**Сила F взаємодії двох нерухомих точкових зарядів q1 і q2 прямо пропорційна добутку модулів цих зарядів і обернено пропорційна квадрату відстані г між ними:**

$F=k\*\frac{\left|q\_{1}\right|\left|q\_{2}\right|}{r^{2}}$,

де k=9\*109$\frac{Н\*м^{2}}{r^{2}}$- коефіцієнт пропорціональності.

Нагадаємо: точковий заряд — це фі­зична модель зарядженого тіла, розмірами якого можна знехтувати порівняно з відста­нями від нього до інших заряджених тіл, що розглядаються.

Коефіцієнт пропорційності к чисельно до­рівнює силі, з якою взаємодіють два точкові заряди по 1 Кл кожний, розташовані у ваку­умі на відстані 1 м один від одного.

Іноді замість коефіцієнта k застосову­ють інший коефіцієнт — ε0, що має назву електрична стала: ε0 =$\frac{1}{4πk}$=8,85\*10-12$\frac{К\*м^{2}}{Н\*м^{2}}$,

Тоді математичний запис закону Кулона матиме такий вигляд:

$F=\frac{1}{4πε}\*\frac{\left|q\_{1}\right|\left|q\_{2}\right|}{r^{2}}$,

**Зверніть увагу**!

У законі Кулона йдеться про добуток моду­лів зарядів, оскільки знаки зарядів впливають лише на напрямок сили.

Сили, з якими вза­ємодіють точкові заряди, зазвичай називають куло- нівськими силами.

Кулонівські сили на­прямлені вздовж прямої, яка з'єднує точкові заряди, що взаємодіють.

Якщо треба визна­чити силу взаємодії зарядів у випадку, коли взаємоді­ють три заряди чи більше, спочатку визначають сили взаємодії певного заряду з кожним із решти зарядів, а потім розраховують їхню результуючу.

Якщо заряди пере­містити з вакууму в діелек­трик, то сила їхньої взаємо­дії зменшиться в є разів, де є - діелектрична проник­ність діелектрика (див. § 43).

**Тема уроку**:§41 **Електричне поле**

Питання:

1. Електричне поле
2. Силова характеристика електричного поля
3. Принцип суперпозиції полів
4. Розподіл поля в просторі
	1. **Електричне поле**

Що називають електричним полем

Згідно з ідеєю М. Фарадея електричні заряди не діють один на од­ного безпосередньо. Кожний заряд створює у навколишньому просторі електричне поле, і взаємодія зарядів відбувається через їхні поля. Напри­клад, взаємодія двох електричних зарядів q1 і q2 зводиться до того, що електричне поле заряду q1 діє на заряд q2, а поле заряду q2 діє на заряд q1.

Електричне поле поширюється в просторі з величезною, але скінчен­ною швидкістю, - зі швидкістю поширення світла. Завдяки цій влас­тивості взаємодія між двома зарядами починається не миттєво, а через певний інтервал часу ∆t. Таке запізнення взаємодії важко виявити на відстанях у декілька метрів, але в космічних масштабах воно є досить помітним. Людина не може безпосередньо, за допомогою органів чуття, сприй­мати електричне поле, проте його матеріальність, тобто об'єктивність іс­нування, доведено експериментально.

**Електричне поле- форма матерії, яка існує навколо заряджених тіл і вияв­ляється в дії з деякою силою на заряджене тіло, що перебуває в цьому полі.**

Електричне поле є складовою єдиного електромагнітного поля. Дже­релами електричного поля можуть бути рухомі й нерухомі електричні за­ряди та змінні магнітні поля. Електричне поле, створене тільки нерухомими зарядами, є незмінним у часі (статичним). Таке поле називають електростатичним.

* 1. **Силова характеристика електричного поля**

Що вважають силовою характеристикою електричного поля.

Електричне поле, що оточує заряджене тіло, можна досліджувати за допомогою пробного заряду. Зрозуміло, що він не має змінювати досліджу­ване поле, тому як пробний заряд доцільно використовувати невеликий за значенням точковий заряд.

Отже, для вивчення електричного поля в деякій точці слід у цю точку помістити пробний заряд q і виміряти силу $\vec{F}$, яка на нього діє. Очевидно, що в точці, де на заряд діє більша сила, електричне поле є сильнішим. Од­нак сила, яка діє на пробний заряд в електричному полі, залежить від цього заряду. *А от відношення* $\frac{\vec{F}}{q}$ *від заряду не залежить, тож це відношення можна розглядати як силову характеристику поля*.

Напруженість електричного поля $\vec{E}$ в даній точці - векторна фізична величина, яка ха­рактеризує електричне поле й дорівнює від­ношенню сили $\vec{F}$, з якою електричне поле діє на пробний заряд, поміщений у цю точку поля, до значення q цього заряду:



За напрямок вектора напруженості в даній точці електричного поля беруть напрямок сили, яка діяла б на пробний позитивний заряд, якби він був поміщений у цю точку поля (рис. 41.1).



Рис. 41.1. Визначення напрямку вектора напруженості Е електричного поля в деякій точці С: поле створено позитив­ним точковим зарядом(а);негативним точковим заря­домQ- (б)

Формула$ \vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$ дозволяє визначити оди­ницю напруженості електричного поля:



Нехай точковим зарядом **Q** у вакуумі створено електричне поле. Дослідимо це поле за допомогою пробного заряду q, розташованого на відстані г від заряду Q. З боку поля на пробний заряд q діє сила Кулона:



Оскільки модуль напруженості

 |

маємо:



Отже, модуль напруженості $→$ електричного поля, створеного точковим зарядом Q на від­стані г від цього заряду, обчислюють за формулою:



* 1. **Принцип суперпозиції полів**

У чому суть принципу суперпозиції полів. Знаючи напруженість $\vec{Е }$електричного поля, створеного деяким заря­дом у даній точці простору, неважко визначити модуль і напрямок вектора сили, з якою поле діятиме на будь-який заряд q, поміщений у цю точку:

$\vec{F}$ = q$\vec{Е}$.

Якщо ж поле утворено кількома зарядами, то результуюча сила, яка діє на пробний заряд із боку системи зарядів, визначається геометричною сумою сил, з якими діють ці заряди на даний пробний заряд:

$\vec{F}$ = $\vec{F}$1 + $\vec{F}$2 + ... + $\vec{F}$n .

Звідси випливає принцип суперпозиції (накла­дання) електричних полів:

Напруженість електричного поля системи зарядів у даній точці простору дорівнює векторній сумі напруженостей полів, які створюються цими зарядами в даній точці (рис. 41.2):

$\vec{E}$**=** $\vec{Е}$**1 +** $\vec{Е}$**2+...+** $\vec{Е}$**n**



Рис. 41.2. Визначення напруженості електричного поля в точці С. Поле створене двома точковими зарядами Q1 і Q2

* 1. **Розподіл поля в просторі**

Електричне поле можна зобразити графічно, використавши лінії напруженості електрич­ного поля (силові лінії), — лінії, дотичні до яких у кожній точці збігаються з напрямком вектора напруженості електричного поля (рис. 41.3).



Рис. 41.3. Силова лінія елек­тричного поля (на рисунку зображена червоним)

Силові лінії електричного поля мають загальні властивості (це випливає з їх озна­чення): вони не перетинаються; не мають зла­мів; починаються на позитивних зарядах і за­кінчуються на негативних.

Дуже просто побудувати силові лінії поля, створеного відокремленим точковим за­рядом (рис. 41.4). Такі «родини» силових ліній полів точкових зарядів демонструють, що за­ряди є джерелами поля.



Рис. 41.4. Силові лінії електрич­ного поля, створеного точковим зарядом: а — позитивним; б — негативним

На підставі картини силових ліній можна дійти висновку не тільки про напрямок век­тора напруженості $\vec{Е}$, але й про його модуль. Справді, для точкових зарядів напруженість поля більшає в міру наближення до заряду, і, як видно з рис. 41.4, силові лінії при цьому згущуються.

Якщо відстань між лініями напруже­ності в деякій області простору є однаковою, то однаковою є і напруженість поля в цій об­ласті. Електричне поле, вектори напруженості якого однакові в усіх точках простору, назива­ють однорідним.

Побудувати точну картину силових ліній електричного поля, створеного будь-яким заря­дженим тілом, досить важко, саме тому зазви­чай обмежуються наближеним зображенням картини, керуючись певною симетрією в роз­ташуванні зарядів (рис. 41.5).



Рис. 41.5. Картина силових ліній електричного поля, створеного системою двох пластин, заряди яких рівні за модулем і проти­лежні за знаком. Синім позначе­но напрямки векторів напруже­ності

Зверніть увагу на картину силових ліній поля, створеного системою двох різнойменно заряджених пластин (див. рис. 41.5): в області простору між пластинами, розташованій порівняно далеко від країв пластин (на рисунку ця область зафарбована), лінії напруженості паралельні й відстані між ними однакові, тобто поле в цій області є однорідним.