

- 5** Вступ
- 7** Електризація тіл. Провідники та діелектрики. Електроскоп. Електрометр
- 23** Електричне поле. Подільність електричного заряду. Дослід Міллікена-Іоффе. Будова атома
- 40** Пояснення електричних явищ
- 54** Сила взаємодії електричних зарядів. Закон Кулона
- 68** Напруженість електричного поля. Силові лінії електростатичного поля. Плоский конденсатор
- 85** Провідники та діелектрики в електричному полі. Діелектрична проникність
- 102** Робота електричного поля. Потенціал. Електрична напруга. Властивості електричного потенціалу
- 121** Електрон-вольт. Електрична ємність. Конденсатори
- 144** З'єднання конденсаторів у батареї
- 156** Енергія електричного поля
- 163** Електричний струм. Електрорушійна сила джерела струму. Електричне коло і його складові
- 182** Дії електричного струму
- 188** Закон Ома для однорідної ділянки кола. Обчислення опору провідника. Реостати
- 203** Послідовне та паралельне з'єднання провідників
- 214** Вимірювання напруги та сили струму
- 223** Закон Джоуля — Ленца. Робота і потужність електричного струму
- 234** Закон Ома для повного (замкненого) кола

- 248** Втрати енергії в ЛЕП. Умова узгодження джерела струму та навантаження
- 261** Магнітне поле та його характеристики. Лінії магнітного поля. Закон Ампера
- 280** Магнітне поле витка і котушки зі струмом. Постійні магніти. Гіпотеза Ампера
- 295** Рамка зі струмом у магнітному полі. Електродвигуни. Електровимірювальні прилади
- 307** Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Магнітний щит Землі
- 326** Електромагнітна індукція. Магнітний потік. Правило Ленца
- 337** Закон Фарадея для електромагнітної індукції
- 349** Індуктивність контуру (катушки). Явище самоіндукції
- 367** Магнітне поле в речовині. Магнітна проникність. Діа-, пара- та феромагнетики
- 386** Енергія магнітного поля
- 395** Основи електронної теорії електропровідності металів. Температурна залежність опору металів. Надпровідність
- 417** Електричний струм у рідинах. Закони Фарадея для електролізу
- 434** Електричний струм у вакуумі. Електронні пучки
- 451** Електричний струм у напівпровідниках. Електронно-дірковий перехід. Напівпровідниковий діод
- 471** Електричний струм у газах. Плазма. Види газового розряду

ВСТУП

Уявіть, що у вас вдома вимкнули світло. Погодьтеся: не надто приємно. У сучасному світі ми звикли до електрики як до невіддільної частини свого життя, тож навіть таке відімкнення, хоча й не надовго, може викликати дуже різні емоції. А вже про те, що без електрики не існувало б ні комп'ютерів, ані мобільних телефонів, ні багато чого іншого, — й говорити зайве. Нині практично все навколо нас працює саме завдяки електричним явищам. Якби вони зникли — світ просто зупинився б. І це не перебільшення. Адже сучасну цивілізацію складно уявити без використання енергії електричного струму.

Із такими поняттями, як «електрика», «електричний струм», знайомий кожен — на побутовому рівні. Та якщо спробувати мовою науки стисло пояснити, що ж таке електрика, електричний заряд, виявиться, що це не так просто. Усі тіла складаються з елементарних частинок, і кожна з них має власну масу. А отже, завдяки явищу всесвітнього тяжіння вони притягуються одна до одної, тобто взаємодіють. Та серед цих частинок є і такі (в складі атома їх більшість), що взаємодіють силами, незмірно потужнішими за силу гравітаційного тяжіння. Ба більше, дві однакові частинки не притягуються, а відштовхуються! Про такі частинки кажуть, що вони мають особливу властивість, яка називається електричним зарядом, тобто вони заряджені. Взаємодію між такими частинками називають електромагнітною.

Раніше ми говорили, що існують явища механічні, теплові, світлові, електричні та магнітні, а в цій книзі ви прочитаєте, що електрика та магнетизм — невіддільні. Розділ фізики, що вивчає електромагнітні явища, має назву електродинаміки.

Основні підрозділи електродинаміки різноманітні й значні за обсягом. Почнемо з найпростішої теми — електростатики, а далі поступово перейдемо до вивчення постійного струму, магнітного поля, електромагнітної індукції та завершимо цей том розглядом особливостей протікання електричного струму в різних середовищах.

Ми з вами розглянемо найцікавіші з практичної точки зору випадки застосування електромагнетизму: від найпростіших (світіння електричної лампочки) й до тих, що лежать у основі роботи наших комп'ютерів і мобільних телефонів.

ЕЛЕКТРИЗАЦІЯ ТІЛ. ПРОВІДНИКИ ТА ДІЕЛЕКТРИКИ. ЕЛЕКТРОСКОП. ЕЛЕКТРОМЕТР



Чи замислювалися ви будь-коли про зв'язок між електричними явищами та бурштином? Як і коли люди почали усвідомлювати, що у світі справді є такі явища? Виявляється, вперше на це явище звернув увагу вчений Фалес Мілетський близько 2500 років тому, і виявив його саме на бурштині. Він помітив: бурштин, натертий шовком, набуває здатності притягувати пух і дрібні пір'їнки — так само, як скло й пластик у наші дні притягують шматочки тонкого паперу. Слово «бурштин» грецькою перекладається як «електрон», тому описане явище називається **електризацією**. А явища, вивчення яких ми починаємо в цій книзі, тому й називаються електричними, що в основі термінів лежить слово «електрон».

Уявіть, що в нас є скляна й ебонітова палички, на які, як нам уже відомо, впливає сила тяжіння. Крім того, візьмемо дрібні клаптики паперу. Чи притягуютимуться папірці внаслідок явища всесвітнього тяжіння, наприклад, до скляної палички? Звісно! Але це тяжіння буде таким слабким, що ми його просто не помітимо, адже сила тяжіння папірців до землі значно більша за силу тяжіння до палички. Та якщо натерти скляну паличку шовком або поліетиленом, виявиться, що між нею та аркушиками паперу виникає помітне тяжіння — починається певна взаємодія, що вже не відноситься до гравітаційних явищ.

Природа цього зовсім інакша, не схожа на природу сили тяжіння. Так само ми можемо взяти пластикову лінійку, натерти її папером — і помітимо, що вона теж притягуватиме папірці. Можемо взяти й ебоніт, що є «близьким родичем» гуми. (Гума — це каучук, до якого додали незначну кількість сірки. Якщо збільшити кількість сірки, отримаємо тверду речовину, й це буде ебоніт.) У підручниках з фізики ебоніт радять натирати вовною; внаслідок цього він теж починає притягувати папірці. Але досвідом доведено: ліпше натерти ебонітову паличку об волосся.

Що ж відбувається у процесі електризації? Річ ось у чім: у цьому процесі з'являється дещо, чого раніше не було. Під час електризації тіла набувають властивості, що отримала назву **електричного заряду**. Якщо тіло має електричний заряд — тобто якщо воно наелектризоване або заряджене, — це тіло набуває здатності до взаємодії з іншими тілами вже силою, значно більшою за силу гравітаційної взаємодії. Як наслідок, тіло може притягувати папірці або інші наелектризовані тіла.

Якщо провести нескладні досліди, можна дослідити найпростіші властивості електричного заряду. Наприклад, за допомогою таких дослідів можна зробити важливе відкриття — виявляється, електричні заряди бувають двох видів.

Виготовимо прилад, що складається із штатива й тонкої волосіні, до якої прикріплений гачок. На цей гачок кластимемо горизонтально скляну й ебонітову палички та вивчатимемо особливості взаємодії скла зі склом та з ебонітом, а також ебоніту з ебонітом у процесі електризації.

Якщо натерти підвішену на гачок скляну паличку поліетиленом і піднести до неї ебонітову паличку, натерту об волосся, помітимо, що вони притягуються. Таке явище називається **електростатичною взаємодією**, тому що ми вивчаємо взаємодію нерухомих електричних зарядів.

Демонстрацію досліду дивіться тут:



Як результат електризації спостерігається електрична взаємодія внаслідок електризації як ебоніту, так і скла, тобто в усіх випадках тіла виявляють те, що ми раніше назвали *електричним зарядом*.

Електричний заряд — це властивість, за наявності якої виникає електрична взаємодія тіла з іншими зарядженими тілами.

Тепер зробимо ось що: знову наелектризуємо підвишену скляну паличку й наелектризуємо другу таку саму. Якщо ебонітова паличка притягувалася до скляної, то тепер скляна паличка відштовхуватиметься від такої самої скляної палички.

Демонстрацію досліду дивіться тут:



Можемо дійти висновку щодо існування електричних зарядів двох видів. Одні можна умовно назвати «скляними» — вони взаємно відштовхуються. Другі — «ебонітові» — притягуються до «скляних». Якщо ж візьмемо дві ебонітові палички й натremo їх об вовну чи об волосся, палички взаємно відштовхуватимуться.

Отже, існують електричні заряди двох видів (або типів), які ми поки що називатимемо «скляними» і «ебонітовими». Якщо «скляні» відштовхуються від «скляних», можна сказати, що однойменні заряди відштовхуються. А різнойменні — на склі й на ебоніті — притягуються.

**Однойменні заряди відштовхуються,
різнойменні — притягуються.**

У фізиці ж ці два види зарядів не називають «ебонітовими» й «скляними». Якщо ми наелектризуємо скляну паличку поліетиленом, тобто потremo ним, і піднесемо до підвішеної палички цей поліетилен, він притягуватиметься до скла. Це є свідченням появи на поліетилені зарядів «ебонітового» типу. Таке саме явище можна спостерігати й у випадку з ебонітовою паличкою та вовною.

Якщо натерти поліетиленом скляну паличку, електризація виникає на обох тілах, але заряди в них — різного типу. Ви можете пригадати з математики: є об'єкти, які поводяться подібним чином. І якщо їх, наприклад, додати — отримуємо нуль. У математиці — це протилежні числа, додатне й від'ємне. Якщо скласти до купи скляну паличку й поліетилен, спільний електричний заряд дорівнюватиме нулю. Та якщо ми проведемо електризацію (через тертя), електричні заряди **розділяться**. На склі будуть заряди одного знаку, на поліетилені — протилежного. До розділення скла й поліетилену їх спільний заряд, як і раніше, дорівнює нулю. Якщо ж їх розділити, нуля не буде ні по один бік, ні по інший, зарядженими виявляться й скло, й поліетилен. Причому — протилежними зарядами. Але тепер постає питання: які тут заряди позитивні, а які — негативні? Виявляється, це питання