

§ 1. ЗАРЯД І ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ВЗАЄМОДІЯ



З курсу фізики 7-го класу ви, напевне, пам'ятаєте про «таємничу» електромагнітну взаємодію. Таємничу — оскільки тоді було лише зазначено, що ця взаємодія визначає більшість процесів і явищ навколо нас (рис. 1.1). Тепер прийшов час познайомитися з електромагнітними явищами докладніше. Для цього насамперед слід дізнатися, що таке електричний заряд (до речі, властивості та взаємодію нерухомих електричних зарядів вивчає *електростатика* — окремий розділ фізики). Відомо, що гірські інженери та військові називають зарядом вибухівку; інколи слово «заряд» використовують для визначення «запасу почуттів» (заряд бадьорості). А що ж таке заряд у фізиці? Про це ви дізнаєтеся з даного параграфа.



Рис. 1.1. Дія багатьох пристроїв, без яких неможливо уявити життя сучасної людини, заснована на електромагнітній взаємодії

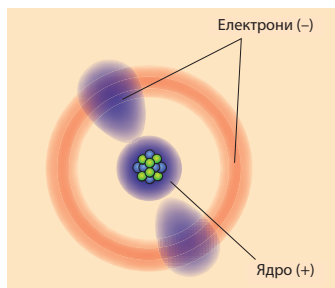


Рис. 1.2. Модель будови атома: електрони ніби «розмазані» по орбіталях — деяких частинах простору, що оточує ядро

1 Знайомимося з електромагнітною взаємодією

Будову атома — елементарного складника будь-якої речовини — ви вже вивчали в курсах природознавства, фізики, хімії*. Отже, згадаємо, що атом будь-якої речовини складається з ядра, навколо якого рухаються електрони. Дещо спрощену будову атома зображено на рис. 1.2. Слід зауважити, що цей рисунок лише приблизно відображає сучасний рівень знань. Проте для курсу фізики 9-го класу подана модель є цілком достатньою.

Електрони в атомі завжди перебувають поблизу ядра. Це означає, що ядро та електрони притягуються одне до одного. Можна було б припустити, що таке притягання обумовлене гравітаційною взаємодією. Але це не так: електрони та ядро занадто легкі, а гравітаційна взаємодія відчутна тільки в тому випадку, коли хоча б одне з тіл, що взаємодіють, має велику масу, наприклад, таку, яку має зоря чи планета. Насправді атом не розпадається завдяки взаємодії іншого типу — вона має назву *електромагнітної*.

Але ж ядро й електрони, з яких складається атом, відкриті порівняно недавно, менш

* У розділі 4 підручника ми повернемося до будови атома, і ви дізнаєтеся, яким чином її вивчали фізики.

ніж 150 років тому. Невже науковці не знали про існування електромагнітної взаємодії раніше? Звичайно ж, знали.

Понад двадцять п'ять сторіч тому грецький філософ *Фалес* із міста Мілета натирав хутром бурштин і спостерігав, як після цього бурштин починав притягувати до себе пір'я птахів, пух, соломинки, сухе листя. Саме від грецької назви бурштину — електрон — процес, у результаті якого тіла набувають властивості притягувати інші тіла, назвали *електризацією тіл*, а тіла, що мають цю властивість, — *наелектризованими*.

З повсякденного життя ми добре знаємо, що після розчісування сухого волосся пластмасовим гребінцем останній набуває властивості притягувати до себе ворсинки, клаптики паперу, волосся. Аналогічної властивості набуває ебонітова паличка в результаті тертя об вовну або паличка з оргскла, якщо її потерти об шовк чи папір (рис. 1.3).

Дехто з вас, імовірно, здивований: чи має відношення взаємодія наелектризованих гребінця, палички чи бурштину і різних дрібних предметів до взаємодії електрона та ядра атома? Виявляється, що в усіх випадках ми маємо справу з електромагнітною взаємодією. Чому так? Давайте розбиратися.

2 Дізнаємося про електричний заряд

Досліди показують, що наелектризовані тіла притягують не тільки ворсинки, соломинки, клаптики паперу, але й металеві предмети, грудочки землі й навіть тоненькі струмені води або масла. Зверніть увагу, що інтенсивність електромагнітної взаємодії, наприклад, наелектризованої палички і води може бути різною: у досліді, зображеному на рис. 1.4, *а*, струмінь води відхилився більше, ніж у досліді, зображеному на рис. 1.4, *б*.

Щоб мати можливість кількісно визначати інтенсивність електромагнітної взаємодії, ввели фізичну величину *електричний заряд*.

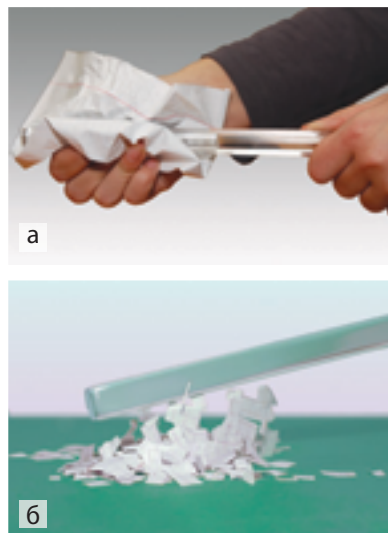


Рис. 1.3. Щоб наелектризувати паличку з оргскла, достатньо потерти її аркушем паперу (*а*). Після не тривалого тертя паличка починає притягувати до себе різні дрібні предмети (*б*)

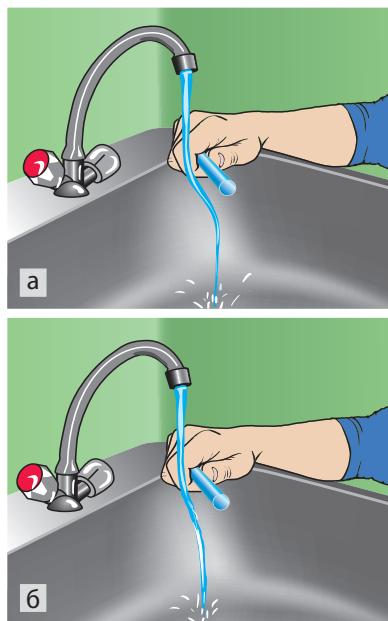


Рис. 1.4. Інтенсивність електромагнітної взаємодії наелектризованої палички та струменя води може бути різною



Рис. 1.5. Шарль Огюстен Кулон (1736–1806) — французький фізик і військовий інженер. У 1785 р. сформулював основний закон електростатики, пізніше названий його ім'ям

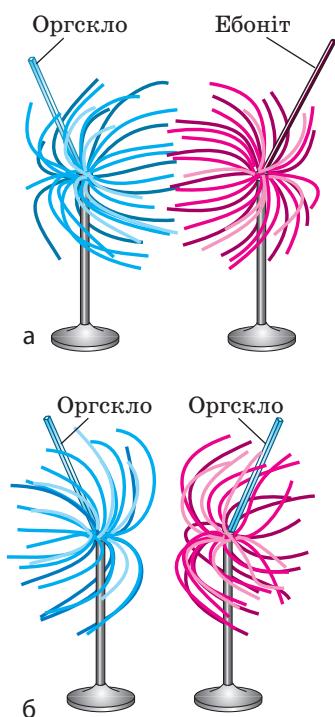


Рис. 1.6. Різнойменно заряджені паперові смужки притягуються (а); однойменно заряджені — відштовхуються (б)

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

Одиницею електричного заряду в СІ є **кулон** (Кл); вона названа так на честь французького вченого *Ш. Кулона* (рис. 1.5). Ця одиниця є похідною від основних одиниць СІ (визначення кулона буде надано пізніше, у розділі 2 підручника).

Позначають електричний заряд символом q .

Про наелектризоване тіло говорять, що *тілу надано електричний заряд*. Отже, **електризація** — це процес набуття макроскопічними тілами електричного заряду.

3 Вивчаємо основні властивості електричного заряду

1. Існує два роди зарядів — *позитивні та негативні заряди*. 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 з оргскла, потертій об папір, — позитивним.

2. Тіла, що мають заряди одного знака, *відштовхуються*; тіла, що мають заряди протилежних знаків, — *притягуються* (рис. 1.6).

3. Носієм електричного заряду є частинка — *електричний заряд не існує окремо від неї*. Тобто під час електризації тіло приймає або віддає деяку кількість частинок, що мають електричний заряд. Одною з частинок, які мають негативний заряд, є *електрон*, а з частинок, що мають позитивний заряд, — *протон* (ця частинка входить до складу атомного ядра). Зазвичай під час електризації тіло приймає або віддає деяку кількість електронів.

4. Електричний заряд є *дискретним, тобто електричні заряди фізичних тіл кратні певному найменшому (елементарному) заряду*. Носієм найменшого негативного заряду є електрон. Цей заряд зазвичай позначають символом e , а значення записують так: $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Носієм найменшого позитивного заряду є протон, його заряд за модулем дорівнює заряду електрона. Таким

чином, модуль заряду q будь-якого тіла дорівнює: $|q| = N|e|$, де N — ціле число. Отже, мікрочастинок або макроскопічних тіл із зарядом, наприклад, $37,5e$ або $-17,7e$ не існує, оскільки значення цих зарядів не є кратними заряду електрона (протона).

5. *І мікрочастинок, і макроскопічні тіла можуть мати заряд (позитивний або негативний), а можуть бути нейтральними.* Наприклад, нейтральними частинками, заряд яких дорівнює нулю, є *нейтрони* (вони разом із протонами складають ядро атома). До складу атомів входять протони та електрони, які мають заряд, проте самі атоми є нейтральними. Це пов'язане з тим, що в атомі кількість електронів збігається з кількістю протонів. Якщо атом віддає один чи кілька електронів, то він перетворюється на позитивний йон, а якщо приймає — на негативний йон.



Підбиваємо підсумки

Електричний заряд — це фізична величина, що характеризує властивість частинок або тіл вступати в електромагнітну взаємодію. Заряд позначають символом q і вимірюють у кулонах (Кл).

Процес набуття електричного заряду макроскопічними тілами називають електризацією. Під час електризації тіло зазвичай приймає або віддає деяку кількість електронів.

Розрізняють два роди електричних зарядів: позитивні та негативні заряди. Однойменно заряджені тіла (частинки) відштовхуються, а різнойменно заряджені — притягуються.

Електричний заряд є дискретним: існує мінімальний (елементарний) електричний заряд, якому кратні всі електричні заряди тіл і частинок. Електричний заряд не існує окремо від частинки; носієм елементарного негативного заряду є електрон, позитивного — протон.



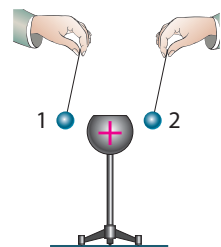
Контрольні запитання

1. Що називають електричним зарядом?
2. Назвіть одиницю електричного заряду.
3. Які роди зарядів існують?
4. Який рід заряду має ебонітова паличка, потерта об вовну? паличка з оргскла, потерта об шовк?
5. Як взаємодіють тіла, що мають заряди одного знака? протилежних знаків?
6. З яких частинок складається атом?
7. Які частинки входять до складу атомного ядра?
8. Яка частинка має найменший негативний заряд? найменший позитивний заряд?
9. Як ви розумієте твердження, що електричний заряд є дискретним?
10. У якому випадку атом перетворюється на позитивний йон? негативний йон?



Вправа № 1

1. На рисунку зображені позитивно заряджена куля й підвішені на нитках кульки, що мають заряди невідомих знаків. Визначте знаки зарядів кульок.
2. На тонкій шовковій нитці висить заряджена паперова кулька. Як, маючи ебонітову паличку та шматок вовни, можна визначити знак електричного заряду кульки?
3. Атом, ядро якого має 12 протонів, утратив 2 електрони. Скільки електронів залишилося?
4. Атом Літію перетворився на позитивний йон Літію. Які зміни відбулися в атомі?





Експериментальне завдання

Складіть план дослідження характеру взаємодії заряджених тіл. Як об'єкти для дослідження візьміть паперову та поліетиленову смужки розміром близько 4×15 см, поліетиленову смужку розміром 2×3 см, підвішену на нитці, пластмасову ручку. Проведіть відповідний експеримент.



ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України (Жарків) концентрує свої зусилля на підвищенні ефективності потужного енергетичного устаткування. Досліджуючи процеси роботи, скажімо, турбін, учені знаходять «вузькі місця», що заважають обладнанню ефективно працювати, а потім, базуючись на законах фізики, винаходять засоби вирішення відповідних проблем. Так, у робочому середовищі парових турбін співробітники інституту першими у світі виявили факт наявності електричних зарядів, які негативно впливають на потужність.

Скориставшись «ефектом вістря» (цей ефект описаний в Енциклопедичній сторінці до розділу 1 підручника), учені винайшли методи нейтралізації «шкідливих» зарядів. Такі вдосконалені турбіни працюють, наприклад, на Жарківській ТЕЦ-5 і ТЕЦ-2 у селищі Есхар Жарківської області (див. фото).