

Електричний струм – це упорядкований рух заряджених частинок. Слова “електричний струм”, ”електрика” знайомі кожній людині його використовують в будинках, для освітлення (світильники, прожектори), транспорті, фабриках. Щоб дізнатись що таке електричний струм необхідно ознайомитись зі значним колом явищ.

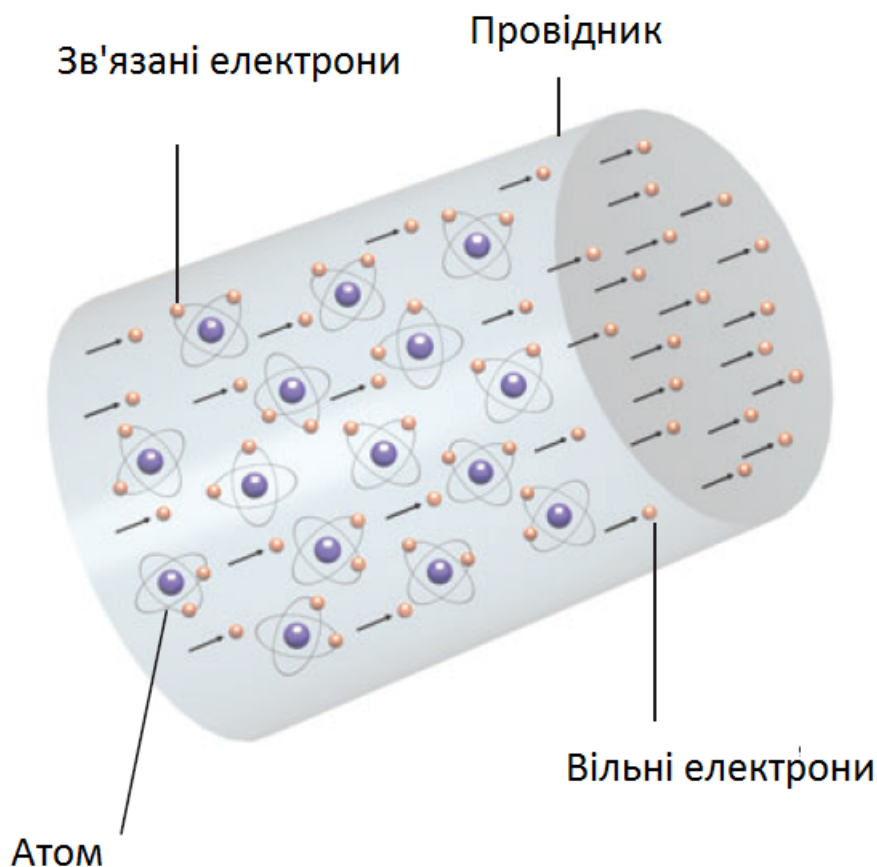
Електризація

Про тіло яке після натирання притягує до себе тіла, кажуть що воно наелектризоване. Знання про будову атомів допомагають зрозуміти електризацію тіл. В центрі атома знаходиться ядро, яке складається з протонів і нейтронів, а навколо ядра рухаються електрони. Атом в цілому не має заряду він нейтральний тому що позитивний заряд його ядра дорівнює негативному заряду всіх його електронів. Атом що втратив один або декілька електронів, уже не буде нейтральним, а буде мати позитивний заряд. Тоді його називають позитивним іоном. Зайвий електрон що приєднується до нейтрального атома, робить атом – негативним іоном. У звичайних умовах в тілі кількість електронів дорівнює кількості протонів. Всі електрони однакові й кожен з них має найменший негативний заряд. Всі протони також однакові й кожен з них має позитивний заряд, що рівний заряду електрона. Отже, сума всіх негативних зарядів в тілі рівна сумі всіх позитивних зарядів в ньому і тіло в цілому не має заряду: воно електрично-нейтральне. Коли нейтральне тіло отримує електрони від іншого тіла то воно отримує негативний заряд. Негативно заряджене тіло має надлишок електронів. Коли нейтральне тіло втрачає електрони, то воно отримує позитивний заряд. Тіло заряджене позитивно якщо в нього недостатньо електронів.

Тіло отримує електричний заряд або електризується коли воно отримує або втрачає електрони.

Якщо ебонітову паличку труть об шерсть ебоніт заряджається негативно, а шерсть позитивно. При терті електрони з шерсті переходять на ебоніт, з тієї речовини в якій сили тяжіння до ядра атому менше на ту речовину в яких ці сили більші. В ебонітовій паличці буде надлишок електронів, а в шерсті їх буде не вистачати. Заряд шерсті та ебонітової палички рівні по абсолютному значенню, адже скільки електронів втратила шерсть, стільки й отримала ебонітова паличка. Отже, при електризації тіл заряди не створюються, а тільки розділяються: частина негативних зарядів переходить з одного тіла на інше.

Ті електрони що рухаються в атомі, розміщуються далі від ядра притягуються до нього слабше, ніж ближні електрони. Особливо слабо утримуються ці віддалені електрони атомами металів. Електрони найбільш віддалені від ядра, покидають своє місце й вільно рухаються між атомами, такі електрони називають вільними електронами. Саме вільні електрони створюють електричний струм.



Провідники, напівпровідники, діелектрики

Речовини в яких є вільні електрони називаються провідниками ті речовини електрони яких міцно утримуються у своїх атомах і не можуть рухатись вільно називаються непровідниками або діелектриками. Окрім провідників та діелектриків існує група речовин провідність яких займає проміжне місце між провідниками та діелектриками. Ці речовини не настільки добре проводять електричний заряд щоб називатись провідниками та не настільки погано щоб називатись діелектриками. Тому вони мають назву напівпровідники. Ці речовини проводять або не проводять струм в залежності від впливу на них, кремній наприклад, при низькій температурі погано проводить електричний струм, але під впливом світла чи тепла електропровідність зростає.

Електричний струм – це упорядкований рух заряджених частинок.

Щоб отримати струм в провіднику необхідно створити в ньому електричне поле. Під дією цього поля вільні електрони почнуть рух в напрямку дії на них електричних сил. З втратою тілом заряду зникає й електричне поле в провіднику і одночасно електричний струм.

Електричне поле це – простір, що знаходиться навколо електричного заряду. Сила з якою електричне поле діє на внесений в нього електричний заряд, називається електричною силою.

Щоб електричний струм в провіднику існував довгий час його необхідно весь час підтримувати в ньому електричне поле. Цю роль виконують джерела струму джерела струму. Вони бувають різні в кожному з них виконується робота по розподілу негативних та позитивних заряджених часток. Розділені частинки накопичуються на полюсах джерела живлення. В джерелах струму в процесі роботи по розподілу часток відбувається перетворення механічної, хімічної чи якої-небудь іншої енергії в електричну.

Дія електричного струму

Неможливо побачити електрони що рухаються в провіднику або іони в електроліті. Про наявність струму можна судити по явищам які зазвичай викликає електричний струм їх називають діями струму.

Теплова дія струму.

Відомо, що температура провідника підвищується при проходженні через нього струму. У якості таких провідників виступають різні метали або їх сплави, напівметали або напівпровідники, а також електроліти та плазма. Наприклад, при пропусканні через дріт з ніхрому електричного струму відбувається сильне нагрівання.

Шматок дроту нагрівається, коли по ньому протікає електричний струм. Чим більше струм в провіднику, тим більше він нагріється. Довжина нагрітого провідника збільшується.

Хімічна дія струму.

Хімічна дія проявляється в тому, що при протіканні електричного струму, можуть ініціюватись різні хімічні реакції. Речовини осідають на електродах – пластинках, опущених в розчин і підключених до джерела струму. Анод при електролізі приєднує до себе аніони, катод – катіони. Таку дію струму використовують в гальванопластиці для покриття металом деяких поверхонь. Застосовують нікелювання, обміднення, хромування, а, так само, сріблення і золочення поверхонь.

Магнітна дія струму.

При наявності електричного струму в будь-якому провіднику (в твердому, рідкому або газоподібному) спостерігається магнітне поле навколо провідника, тобто провідник зі струмом набуває магнітні властивості. Природа магнітного поля завжди полягає в наявності електричного струму.

Механічна дія струму.

Навколо провідника з електричним струмом виникає магнітне поле. Всі магнітні дії перетворюються в рух. Прикладом служать електричні двигуни, установки, реле та ін.

Дія струму може проявлятися в різній інтенсивності – сильніше або слабше. Інтенсивність залежить від заряду, який приходить по колу в одиницю часу – секунду. Коли вільна заряджена частинка рухається по електричному колі, то виникає переміщення заряду. Чим більше часток перемістилось від одного полюса до іншого, тим більше загальний заряд перенесений частинками. Цей загальний заряд називають кількістю електрики, що проходить через провідник. Чим більша кількість електрики проходить через поперечний переріз провідника в 1 с, тим сильніший струм в провіднику.

Сила струму

Величина, що чисельно рівна кількості електрики(заряджених частинок), що проходить через поперечний переріз провідника в одну секунду називається силою струму. Щоб визначити силу струму в колі, потрібно кількість струму що протік розділити на час, за який він протік.

$$I = \frac{q}{t}$$

I – сила струму;

q – кількість електрики або кількість електричного заряду(Кл) ;

t – час.

Сила струму – це фізична величина, щоб її виміряти необхідно встановити одиницю виміру. Цю одиницю називають ампером (А), в честь імені французького вченого Ампер Андре Марі. На міжнародні конференції мір та ваг в 1948 р. було вирішено в основу визначення сила струму покласти явище взаємодії двох провідників зі струмом, втім 16 листопада 2018 року на XXVI Генеральній конференції мір і ваг було прийнято нове визначення ампера.

Старе визначення

Два гнучких прямих провідника розміщені паралельно один одного. Обидва провідники підключені до джерела струму. При замиканні кола по провідникам протікає струм, внаслідок чого вони взаємодіють між собою – притягуються або відштовхуються – в залежності від напрямку струмів в них. Силу взаємодії можна виміряти, ця сила залежить від довжини провідників, відстанню між ними, зовнішнього середовища і що найважливіше від сили струму в провідниках. Якщо всі умови однакові, окрім сили струмів, то чим більша сила струму в кожному провіднику тим з більшою силою вони взаємодіють між собою.

Уявімо що паралельні провідники дуже тонкі та безкінечно довгі. Відстань між ними 1 м і знаходяться вони в вакуумі. Сила струму однакова.

За одиницю сили струму приймали силу струму, при якій відрізки таких паралельних провідників довжиною в 1 м взаємодіють з силою $2 \cdot 10^{-7} \text{Н}$ (0.0000002 Н).

Нове визначення

Ідея полягала в тому, що нове визначення повинно базуватись не на створеному людиною артефактах через уявний експеримент, а на фундаментальних фізичних постійних або властивості атомів.

Отже, нове визначення виражається тільки через одну постійну – заряд електрона.

Нове визначення: засноване на використанні чисельного значення елементарного електричного заряду. Формулювання, що вступила в чинності 20 травня 2019 року, говорить: Ампер, символ А, є одиниця електричного струму в СІ. Вона визначена шляхом фіксації чисельного значення елементарного заряду рівним $1,602\ 176\ 634 \cdot 10^{-19}$ Кл, коли він виражений одиницею Кл(кулон), яка дорівнює:

1 кулон = 1 ампер · 1 секунда

або

1 ампер = 1 кулон / 1 секунда

Силу струму вимірюють – амперметрами або комбінованими приладами мультиметрами. На шкалі позначають буквою А, на схемах позначається в вигляді кола з буквою А всередині.

При вимірі сил струму амперметр включають послідовно з приладом, силу струму якого необхідно виміряти через амперметр проходить весь струм, щоб не чинити додаткового опору в колі, опір амперметра повинен бути малим.

Електрична напруга

В кожному замкнутому колі електричний струм здійснює роботу. Можна сказати що робота залежить від сили струму, втім вона залежить від ще однієї величини яку називають електричною напругою.

Електрична напруга на кінцях ділянки кола чисельно рівна роботі при проходженні по цій ділянці одного позитивного заряду. Чим більша робота тим більша напруга на кінцях ділянки кола. Напруга позначається буквою U.

Одиниця напруги називається вольт, позначається (В) або (V) в честь італійського вченого Вольта Алессандро.

1 вольт – це напруга при якій на ділянці кола здійснюється робота, що дорівнює 1 джоулю, коли по цій ділянці проходить 1 кулон електрики або один електричний заряд.

$$1\text{В} = \frac{1\text{Дж}}{1\text{Кл}}$$

Для вимірювання напруги використовують вольтметри. Вольтметри завжди підключається паралельно. Затискачі вольтметра підключаються до тих точок кола, між якими потрібно виміряти напругу.

Електричний опір

Опір (електричний опір) – це властивість будь-якого провідника чинити опір електричному струму, що проходить через нього. Чим тонше і довше провідник, тим більше його опір електричному струму. Велику роль відіграє також матеріал, з якого він виготовлений.

Якби електрони в провіднику не мали ніяких перешкод в своєму русі то вони б рухались по інерції не обмежено довго без дії електричного поля. Насправді електрони взаємодіють з іонами кристалічної решітки, при цьому сповільнюється упорядкований рух, сила струму зменшується, а температура збільшується. Щоб знайти опір необхідно напругу на кінцях провідника розділити на силу струму.

За одиницю опору приймають опір такого провідника, в якому при напрузі на його кінцях в 1 вольт сила струму дорівнює 1 ампер.

Закон Ома для ділянки кола

Було розглянуто три величини: сила струму, напруга, опір. Ці величини зв'язані між собою.

Залежність сили струму від напруги на кінцях ділянки кола і опору цієї ділянки називається законом Ома. Що названий в честь німецького вченого Ома Георга, який відкрив цей закон в 1827 р.

Закон Ома читається так: Сила струму в провіднику прямо пропорційна прикладеній напрузі і обернено пропорційна опору провідника.

$$I = \frac{U}{R}$$

I – сила струму;

U – напруга ;

R – опір.

Робота електричного струму

Напруга на кінцях ділянки кола чисельно дорівнює роботі яка здійснюється при проходженні одного кулона. А при проходженні не одного кулона, а декількох здійснюється робота в декілька раз більша.

Робота струму — фізична величина, що характеризує зміну електричної енергії струму — перетворення її на інші види.

При русі зарядів в електричному колі виконується робота. Чисельно робота, що здійснюється при перенесенні електричного заряду q між двома точками, різниця потенціалів між якими дорівнює U, може бути визначена за формулою:

$$A = Uq$$

A – робота;

U- напруга

q- кількість електрики (кількість електричних зарядів)

Кількість електрики яка пройшла по ділянці кола розраховується:

$$q = It$$

Використовуючи це відношення отримуємо формулу роботи струму яку зручно використовувати при розрахунках:

$$A = UIt$$

Робота електричного струму, що здійснюється на ділянці кола, прямо пропорційна силі струму в ланцюзі, напрузі на цій ділянці і часу дії струму. Роботу вимірюють в Джоулях $1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{с}$, щоб вирахувати роботу необхідно мати амперметр, вольтметр та годинник.

Роботу струму вимірюють та розраховують спеціальні прилади – лічильники. Які мають в собі ці три прилади.

Потужність електричного струму

Потужність чисельно рівна роботі, що зроблена за 1 с. Позначається буквою P. Щоб знайти потужність потрібно роботу поділити на час:

$$P = \frac{A}{t}$$

Знаючи що $A = UIt$ можна отримати формулу:

$$P = \frac{UIt}{t}$$

або

$$P = UI$$

За одиницю потужності приймають 1 ватт, який рівний 1 джоулю в секунду.
 $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

З формули потужності струму слідує, що:

$$1 \text{ ватт} = 1 \text{ вольт} \cdot 1 \text{ ампер, або } 1 \text{ Вт} = 1 \text{ В} \cdot \text{А}$$

В практиці використовують одиниці потужності:

$$1 \text{ гектоват (гВт)} = 100 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кіловатт (кВт)} = 1000 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ мегаватт (МВт)} = 1000000 \text{ Вт}$$

Потужність струму вимірюють ватметром.

Виразення роботи струму через потужність

По потужності можна визначити роботу струму за період часу, використовуючи формулу

$$P = \frac{A}{t}$$

з якої виходить $A=Pt$

Висловлюючи потужність в ваттах, а час в секундах отримуємо роботу в джоулях:

$$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с звідки } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$$

На практиці для зручності розрахунків роботу струму часто виражають не в джоулях, а в інших одиницях

$$1 \text{ ватт-годин (Вт} \cdot \text{ год)} = 3600 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ гектоватт-годин (гВт} \cdot \text{ год)} = 100 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ год} = 360000 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кіловатт-годин (кВт} \cdot \text{ год)} = 1000 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ год} = 3600000 \text{ Дж}$$

Нагрівання провідників електричним струмом(Закон Джоуля-Ленца)

Електричний струм нагріває провідник. Це зумовлено тим що вільні електрони в металах або іони в електролітах переміщуючись під дією електричного поля, взаємодіють з молекулами або атомами речовини провідника і передають їм свою енергію.

В нерухомих металевих провідниках вся робота струму йде на нагрів провідника тобто на збільшення їх внутрішньої енергії. Мірою виміру внутрішньої енергії тіла є кількість виділеної теплоти.

Отже, кількість теплоти, що виділяється в провіднику, дорівнює роботі струму.

Роботу струму розраховують по формулі $A=UIt$. Позначимо кількість теплоти буквою Q . Отже, $Q=A$ або $Q= UIt$. Кількість теплоти виражається в джоулях.

Користуючись законом Ома можна виразити кількість теплоти, що виділяється на ділянці кола при роботі струму, через силу струму, опір ділянки кола і час.

Для цього замінимо в формулі $Q= UIt$ напругу через силу струму та опір ділянки кола : $U=IR$

Отримаємо:

$$Q= IRIt$$

Тобто

$$Q= I^2Rt.$$

Кількість теплоти що виділяється при нагріванні провідника електричним струмом, пропорційно квадрату сили струму, опору провідника та часу.