

9

ФІЗИКА ЗБІРНИК ЗАДАЧ

СХВАЛЕНО
МІНІСТЕРСТВОМ ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

І. Ю. Ненашев

Ф

ІЗІКА

9

ЗБІРНИК
ЗАДАЧВИДАВНИЦТВО
РАНОК

УДК 371.388:53

ББК 22.3я72

НЗ4

Схвалено для використання в загальноосвітніх навчальних
закладах комісією з математики НМР з питань освіти МОН України
до надання відповідного грифу
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
(протокол від 23.06.2009 р. № 18)

Рецензенти:

І. П. Колупаєв, доцент Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», канд. фіз.-мат. наук;

І. М. Гельфгат, учитель-методист, учитель фізики ФМЛ № 27
м. Харкова, заслужений учитель України

Ненашев І. Ю.

НЗ4 **Фізика. 9 клас: Збірник задач / І. Ю. Ненашев.**— Х.: Видав-
ництво «Ранок», 2010.— 144 с.

ISBN 978-966-672-876-3

Посібник відповідає чинній програмі з фізики для 9 класу (12-річна школа)
і містить задачі, що диференційовані за трьома рівнями складності.

Видання побудоване максимально зручно для учителя й учня, наведені від-
повіді, коментарі, розв'язання. Задачі для допитливих допоможуть учителю
підготувати учнів до олімпіад, сприятимуть формуванню учнівських навичок
щодо самостійного аналізу фізичних ситуацій.

Посібник призначений для учнів 9 класу загальноосвітніх навчальних за-
кладів та вчителів фізики.

УДК 371.388:53

ББК 22.3я72

Навчальне видання

НЕНАШЕВ Ігор Юрійович

ФІЗИКА. 9 КЛАС. ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Редактор *Г. Ю. Венрик*. Технічний редактор *А. П. Твердохліб*

Код Т10229У. Підписано до друку 11.09.2009. Формат 60×90/16. Папір офсетний.

Гарнітура Шкільна. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 9.

ТОВ Видавництво «Ранок». Свідоцтво ДК № 3322 від 26.11.2008.

61071 Харків, вул. Кібальчича, 27, к. 135.

Адреса редакції: 61145 Харків, вул. Космічна, 21а. Тел. (057) 719-48-65,
тел./факс (057) 719-58-67. Для листів: 61045 Харків, а/с 3355. E-mail: office@ranok.kharkov.ua

З питань реалізації звертатися за тел.: у Харкові — (057) 712-91-44, 712-90-87;

Києві — (044) 599-14-53, 417-20-80; Донецьку — (062) 345-98-24;

Житомирі — (0412) 41-27-95, 41-83-29; Дніпропетровську — (056) 785-01-74;

Львові — (032) 244-14-36, (067) 340-36-60; Сімферополі — (0652) 22-87-01, 22-95-30;

Тернополі — (0352) 49-58-36, (067) 395-33-05; Миколаєві — (0512) 35-40-39,

Рівному — (0362) 3-78-64, (067) 689-19-05; Сумах — (0542) 21-07-35;

Черкасах — (0472) 64-41-07, 36-72-14.

E-mail: commerce@ranok.kharkov.ua

«Книга поштою»: 61045 Харків, а/с 3355. Тел. (057) 717-74-55, (067) 546-53-73.

E-mail: pochta@ranok.kharkov.ua

www.ranok.com.ua

© І. Ю. Ненашев, 2009

© ТОВ Видавництво «Ранок», 2010

ISBN 978-966-672-876-3

ПЕРЕДМОВА

Згідно з чинною програмою вивчення фізики, в 12-річній школі передбачено формування в учнів навичок розв'язання фізичних задач. Даний збірник містить задачі, які пропонуються для 9 класів загальноосвітніх шкіл України й повністю відповідають чинній програмі.

Задачі у збірнику подаються за тематичними розділами, що зручно для використання пропонованого збірника в рамках календарного планування під час викладання фізики. У кожному параграфі задачі згруповані за рівнями складності (першим, другим і третім), що в цілому відповідають середньому, достатньому та високому рівням передбачуваних навчальних досягнень учнів впродовж опанування курсу фізики за 9 клас.

Загальна кількість завдань досить велика. Вона значно перевищує необхідну. Це дозволяє використовувати збірник не тільки для розв'язання типових задач на уроках та підбору домашніх завдань, але й для організації поточного й тематичного оцінювання або для самоосвіти.

Крім різнорівневих задач, практично в кожному розділі у збірнику представлені «Задачі для допитливих». Ці задачі пропонуються для тих учнів, які прагнуть спробувати свої навчальні можливості для розв'язання евристичних та олімпіадних завдань. Також ці задачі допоможуть вчителю підготувати своїх вихованців до олімпіадних випробувань з фізики. У жодному разі ці задачі не можна пропонувати для контролю рівня навчальних досягнень учнів.

Збірник містить елементи, які роблять роботу вчителя більш продуктивною:

- практично в кожному розділі є приклади розв'язання задач;
- якісні питання виділені позначкою **?** (ці задачі не потребують письмового розв'язання, за допомогою цих питань, наприклад, можна організовувати мотиваційне фронтальне опитування на початку уроку);
- позначено групи однотипних завдань (першу задачу з цієї групи виділено сірим фоном — її можна розв'язати в класі колективно, решту — їх узято в рамку — учні за аналогією можуть розв'язувати самостійно на уроці або вдома).

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЯВИЩА

ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ

1. Електричний заряд. Будова атома

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Нейтральний атом має заряд ядра $4,8 \cdot 10^{-18}$ Кл. Якому елементу відповідає цей атом? У яку частину він перетвориться, якщо втратить один електрон? отримає один електрон?

Розв'язання

Заряд ядра атома будь-якого елемента кратний заряду протона, тобто $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. У ядрі атома, про який йдеться у задачі, 30 протонів (заряд ядра розділимо на заряд одного протона:

$$N = \frac{q_{\text{я}}}{q_{\text{п}}} = \frac{4,8 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 30). \text{ Тепер за таблицею Менделєєва знайдемо}$$

елемент під номером 30. Це Цинк.

Якщо нейтральний атом Цинку втратить один електрон, то він перетвориться на позитивно заряджений іон; якщо отримає один іон, то перетвориться на негативно заряджений іон.

Відповідь: у задачі йдеться про атом Цинку; у разі втрати або отримання електрона нейтральний атом перетворюється на позитивно чи негативно заряджені іони відповідно.

Задача 2. Попередньо незаряджена краплина води «втратила» 20 мільярдів електронів. Якого заряду вона набула?

Дано:

$$N = 2 \cdot 10^{10}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

q — ?

Розв'язання

У незарядженій краплині води загальний негативний заряд всіх електронів компенсує загальний позитивний заряд ядер атомів Гідрогену та Оксигену, з яких складаються молекули води.

У разі втрати одного електрона позитивний заряд атомного ядра вже не компенсується негативним зарядом електрона, тому краплина набуває позитивного заряду, який за модулем дорівнює заряду електрона. Загальний заряд краплини легко визначити за формулою

$$q = N|e|.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$q = 2 \cdot 10^{10} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 3,2 \text{ нКл}.$$

Відповідь: краплина набуває позитивного заряду 3,2 нКл.

1-й рівень складності

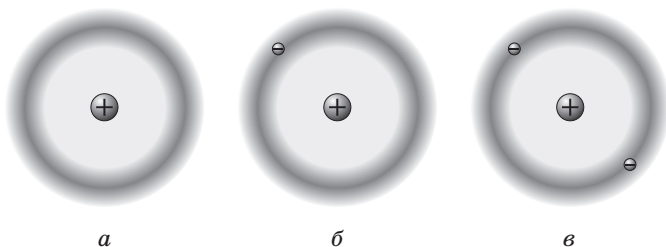
- ?** 1.1. Пригадайте, де в атомі розташовані електрони.
- ?** 1.2. В якій частині атома знаходяться протони?
- ?** 1.3. Яка частина атома несе позитивний заряд?
- ?** 1.4. Де в атомі зосереджений негативний заряд?
- ?** 1.5. Кількість електронів у нейтральному атомі Натрію дорівнює 11. Скільки протонів в ядрі атома Натрію?
- ?** 1.6. В ядрі атома Флюору 9 протонів. Скільки електронів перебуває навколо ядра нейтрального атома Флюору?
- ?** 1.7. Які зміни відбуваються з атомом, якщо він: а) втрачає електрон; б) отримує електрон?
- ?** 1.8. Нейтральний атом Магнію перетворився на негативно заряджений іон. Які зміни відбулися з частинкою?
- ?** 1.9. Які зміни відбулися з нейтральним атомом Берилію, коли він перетворився на позитивно заряджений іон?
- ?** 1.10. Атом Гелію втратив електрон. Негативно чи позитивно заряджений іон при цьому утворився?
- ?** 1.11. До атома Сульфуру був доданий електрон. Негативно чи позитивно заряджений іон при цьому утворився?
- ?** 1.12. Негативно заряджений іон Феруму перетворився на нейтральний атом. Як змінилася маса частинки?

- ? 1.13.** Позитивно заряджений іон Бору перетворився на нейтральний атом. Як змінилася маса частинки?
- ? 1.14.** Кулька з металевої фольги мала позитивний заряд. Її розрядили, й кулька стала нейтральною. Чи можна стверджувати, що заряд кульки зник?
- ? 1.15.** Клаптик негативно зарядженої металевої фольги, дотикаючись до іншого, але нейтрального клаптика фольги, частково втратив свій негативний заряд. Чи можна стверджувати, що частина заряду зникла безслідно?
- ? 1.16.** Дві монетки заряджені однаковими за абсолютним значенням, але різними за знаками зарядами. Після дотикування одна до одної вони стають нейтральними. Куди «зникає» заряд?
- ? 1.17.** Монетка, яка висить на шовковій нитці, має певний заряд. До неї підносять і торкаються такою ж монеткою. Порівняйте заряди монеток після доторкання.
- ? 1.18.** Під час проведення дослідів з електрики взаємодію заряджених тіл спостерігають за відхиленням ниток, на яких підвішені заряджені тіла. Чому в цих дослідах використовують шовкові нитки?
- ? 1.19.** Навіщо електрики під час роботи з приладами, які можуть бути зарядженими, на руки одягають гумові рукавички?
- ? 1.20.** Чому правила техніки безпеки вимагають, щоб робітник, який працює з електричними приладами, під час роботи стояв на гумовому килимку?
- ? 1.21.** Для того щоб заряджена металева куля тривалий час залишалась зарядженою, її встановлюють на пластмасову підставку. Чому?

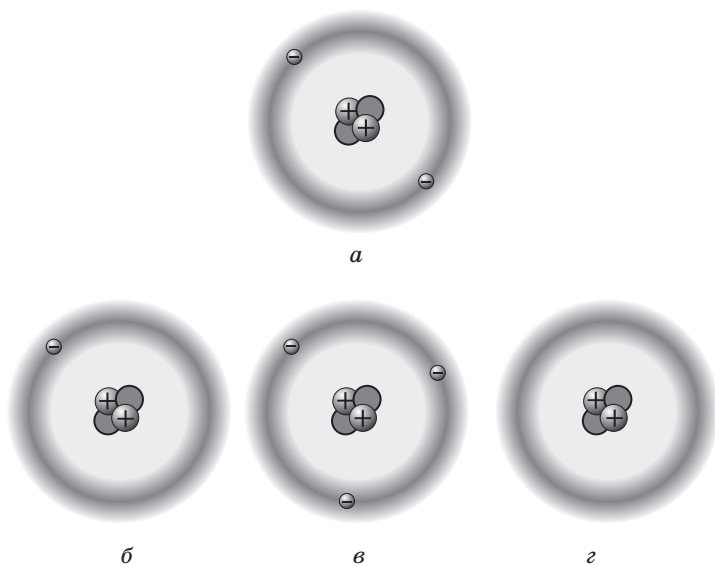
2-й рівень складності

- ? 1.22.** Опишіть будову найпростішого атома — атома Гідрогену.
- ? 1.23.** Опишіть будову атома Гелію.

- ? 1.24.** На якому з рисунків схематично зображені: нейтральний атом Гідрогену, позитивно заряджений іон Гідрогену, негативно заряджений іон Гідрогену?



- ? 1.25.** На рисунку *a* схематично зображений нейтральний атом Гелію. Як назвати частинки, схематичне зображення яких представлено на рисунках *б*, *в* і *г*?



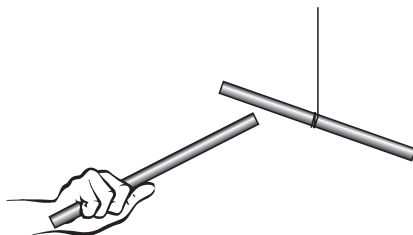
- ? 1.26.** Нейтральний атом Літію має 3 електрони. З урахуванням цього факту накресліть схематичне зображення атома Літію та його позитивного іона.

- ? 1.27.** Атом Берилію має 4 електрони. Накресліть схематичне зображення нейтрального атома Берилію та його негативно зарядженого іона.

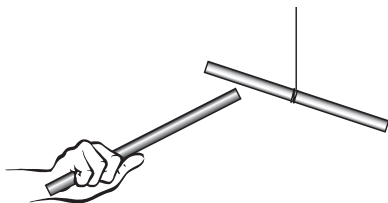
- ? 1.28.** Кількість електронів в нейтральному атомі Хлору дорівнює 17. Визначте у зарядах електрона заряд ядра атома Хлору.
- ? 1.29.** У нейтральному атомі Ауруму заряд ядра становить $+79e$. Скільки електронів налічується у нейтральному атомі Ауруму.
- ? 1.30.** Атом Оксигену втратив два електрони. Яким є заряд іона, що при цьому утворився?
- ? 1.31.** Однозарядний* позитивний іон Сульфуру отримав два електрони. Яким є заряд частинки, що при цьому утворилася?
- ? 1.32.** Порівняйте кількості електронів і протонів у позитивно зарядженому іоні.
- ? 1.33.** Порівняйте кількість електронів і протонів у негативно зарядженому іоні.
- ? 1.34.** Порівняйте кількість електронів і протонів у нейтральному атомі.
- ? 1.35.** Позитивно заряджений іон Оксигену втратив один електрон. Як змінився заряд іона?
- ? 1.36.** Негативно заряджений іон Літію втратив один електрон. Як змінився заряд іона?
- ? 1.37.** Однозарядний негативний іон Сульфуру втратив два електрони. У яку частинку перетворився негативно заряджений іон?
- ? 1.38.** Двозарядний позитивний іон Літію отримав два електрони. У яку частинку перетворився позитивний іон?
- ? 1.39.** Що має більшу масу: негативно чи позитивно заряджені іони Фосфору?
- ? 1.40.** Чи може негативно заряджений іон мати заряд $-0,8 \cdot 10^{-19}$ Кл?
- ? 1.41.** Чи може позитивно заряджений іон мати заряд $1,2 \cdot 10^{-19}$ Кл?

* Однозарядним називають іон, заряд якого за абсолютним значенням дорівнює заряду електрона.

- ? 1.42.** Чи може нейтральний атом втратити заряд $1,2e$?
- ? 1.43.** Чи може негативно заряджений іон перетворитися на нейтральний атом, отримавши заряд $2,5e$?
- ? 1.44.** Негативно зарядженою ебонітовою паличкою доторкнулися до металевої посудини, яка стояла на сухому дерев'яному столі й попередньо не була заряджена. Потім посудину перенесли до металевої мийки. Як змінювався заряд посудини?
- ? 1.45.** До підвішеної на шовковій нитці металевої кульки спочатку доторкнулися позитивно зарядженою скляною паличкою, а потім пальцем руки. Як змінювався заряд кульки?
- ? 1.46.** До позитивно зарядженої металевої кульки, яка висить на шовковій нитці, доторкнулися позитивно зарядженою скляною паличкою. Заряд кульки збільшився. Як змінювалася кількість протонів або електронів у кульці під час збільшення позитивного заряду?
- ? 1.47.** Як можна розділити навпіл заряд металевої кульки, якщо є ще одна така сама незаряджена?
- ? 1.48.** Якщо розчісувати чисте волосся за допомогою пластмасового гребінця, то помітно, що волосся «прилипає» до гребінця. Які зміни у гребінці призвели до цього?
- ? 1.49.** Якщо з пластикового файлу витягти аркуш паперу і піднести його до файлу, то вони будуть помітно притягатися. Що призвело до того, що аркуш і файл почали притягуватися?
- ? 1.50.** Дві гумові палички, які потерли об хутро, піднесли одну до одної (див. рисунок). Як вони поведуться? Відповідь обґрунтуйте.



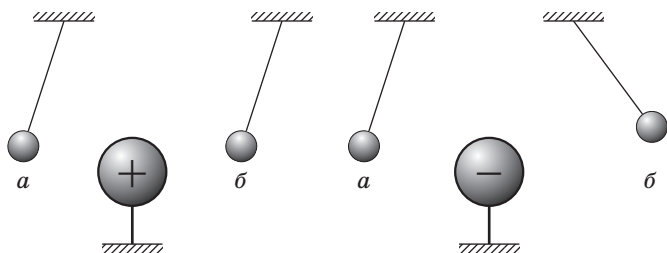
- ? 1.51.** Як поводитимуться ебонітова та скляна палички, які спочатку натерли об хутро та шовк відповідно і піднесли одна до одної (див. рисунок). Відповідь обґрунтуйте.



- ? 1.52.** Як за допомогою ебонітової палички та вовняної хустки визначити знак заряду металевої кульки, що висить на шовковій нитці?

- ? 1.53.** До металевої кульки, що висить на шовковій нитці, повільно підносять скляну паличку, яку попередньо потерли об шовк. Нитка, на якій висить кулька, відхилилася в бік палички. Який знак заряду кульки?

- ? 1.54.** Визначте знаки зарядів заряджених металевих кульок однакової маси та розміру, які підвішені на шовкових нитках однакової довжини (див. рисунок). Порівняйте значення зарядів? Відповідь обґрунтуйте.



До задачі 1.54

До задачі 1.55

- ? 1.55.** Визначте знаки зарядів заряджених металевих кульок однакової маси і розміру, які підвішені на шовкових нитках однакової довжини (див. рисунок). Порівняйте значення зарядів. Відповідь обґрунтуйте.

- ? 1.56.** Дві легкі однакові заряджені металеві кульки підвішені на шовкових нитках в одній точці. Як зміниться кут між нитками, якщо доторкнутися до однієї кульки рукою?

- ? 1.57.** Дві легкі однакові позитивно заряджені металеві кульки підвішені на шовкових нитках в одній точці. До однієї кульки торкаються зарядженим тілом на ізолючій ручці. Кульки стикаються і знов розходяться на попередню відстань. Який за знаком був заряд тіла? Поясніть поведінку кульок.
- 1.58.** Дві однакові незаряджені металеві кульки розташовані впритул одна до одної. До них торкаються зарядженою скляною паличкою. Одна з кульок набуває позитивного заряду $3,2 \cdot 10^{-10}$ Кл. Якого заряду за знаком та значенням набуває друга кулька?
- 1.59.** Дві легкі однакові незаряджені металеві пластинки підвішені на вертикальних шовкових нитках і торкаються одна одної. Пластинкам передають заряд $9,6 \cdot 10^{-10}$ Кл. Який заряд має кожна пластинка? Як поводитимуться пластинки після набуття заряду?
- ? 1.60.** Чому явище «прилипання» волосся до гребінця не спостерігається у разі використання металевого гребінця?
- ? 1.61.** Для того щоб наелектризувати латунний стрижень, його потрібно тримати в гумових рукавичках. Чому?
- ? 1.62.** Які властивості, що пояснюють провідність металів, мають деякі електрони в металевих тілах?
- ? 1.63.** Як відомо, метали — це кристалічні тіла. Які частинки в металах перебувають у вузлах кристалічних решіток?
- ? 1.64.** У магазинах побутової хімії можна придбати засіб, за допомогою якого повітря можна зробити провідником електрики. Чому після вживання у лабораторії цього засобу досліди з електрики будуть неможливими?

3-й рівень складності

- ? 1.65.** Яким є загальний заряд частинки, до складу якої входить 1 електрон, 1 протон та 1 нейтрон?
- ? 1.66.** Визначте у зарядах електрона заряд частинки, до складу якої входить 1 електрон, 2 протони та 2 нейтрони.
- ? 1.67.** Визначте у зарядах електрона заряд частинки, до складу якої входить 8 електронів, 7 протонів та 6 нейтронів.

- ? 1.68.** Запропонуйте досліди, за допомогою яких можна встановити, чи заряджене тіло, чи ні.
- ? 1.69.** Які експериментальні факти свідчать про те, що є заряди двох знаків?
- ? 1.70.** Вода витікає тонким струменем із зарядженої позитивно металевої посудини. Який заряд мають краплі води у струмені? Як впливає те, що краплини заряджені, на їх поведінку під час падіння?
- ? 1.71.** Відомо, що під час падіння у склянку з водою краплини води розбризкуються. Чи зміниться ступінь розбризкування, якщо краплини води будуть падати з негативно зарядженої посудини? Як зміниться відповідь, якщо посудина, з якої витікає вода, буде заряджена позитивно?
- ? 1.72.** Під час фарбування деталей складної форми досить часто використовують спосіб нанесення фарби шляхом розпорошення її крапельок. Чому заряджання деталі зарядом одного знаку, а джерела фарби — зарядом іншого знаку суттєво зменшує втрати фарби?
- 1.73.** Дві однакові незаряджені металеві кульки розташовані впритул одна до одної. До них торкаються зарядженою скляною паличкою. Одна з кульок втрачає $1,5 \cdot 10^{12}$ електронів. Якого заряду за знаком та значенням набуває друга кулька?
- 1.74.** Дві легкі однакові незаряджені металеві пластинки підвішені на вертикальних шовкових нитках і торкаються одна одної. Пластинкам передають $9,6 \cdot 10^{12}$ додаткових електронів. Якого заряду за знаком та значенням набуває кожна пластинка? Як поводитимуться пластинки після набуття заряду?
- ? 1.75.** Запропонуйте досліди, які б дали змогу відрізнити провідник від діелектрика?

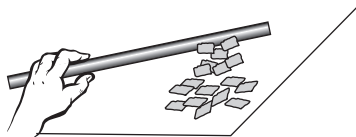
Задачі для допитливих

- ? 1.76.** Металева кулька падає на сталеву плиту. Порівняйте висоту підскоку кульки після удару у випадках: а) кулька і плита незаряджені, б) кулька заряджена, плита незаряджена. Чи впливає на відповідь знак заряду?

2. Електричне поле. Електризація тіл. Електроскоп. Вимірювання заряду електрона

Приклади розв'язання задач

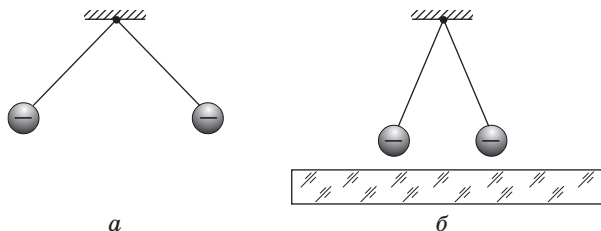
Задача 1. Чому незаряджені клаптики паперу та ворсинки легко притягуються до наелектризованої скляної палички (див. рисунок)?



Розв'язання

Під час піднесення до незаряджених клаптиків паперу та ворсинок наелектризованої скляної палички внаслідок дії електричного поля на зв'язані електрони атомів, з яких складається папір (або ворсинки), змінюється форма електронної хмари кожного атома — вона стає витягнутою. У результаті на ближчій від палички частині клаптику паперу утворюється заряд, протилежний заряду палички, і паличка його притягує, а на віддаленій — заряд того самого знаку, що й заряд палички, і паличка його відштовхує. Сила притягання більша, ніж сила відштовхування, за рахунок різниці у відстані між паличкою і по-різному наелектризованими частинами клаптика, тому папір притягується до палички.

Задача 2. Дві заряджені негативно кульки підвішені на шовкових нитках (див. рисунок *а*). До них знизу підносять заряджений лист оргскла, внаслідок чого кут між нитками помітно зменшується (див. рисунок *б*). Який знак заряду оргскла? Відповідь обґрунтуйте.



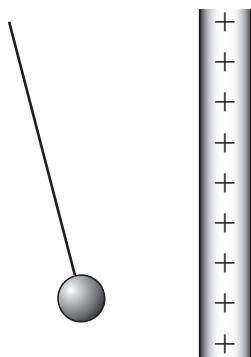
Розв'язання

Кульки відштовхуються тому, що заряджені зарядами одного знаку. Підносячи знизу до кулек заряджений лист оргскла, ми

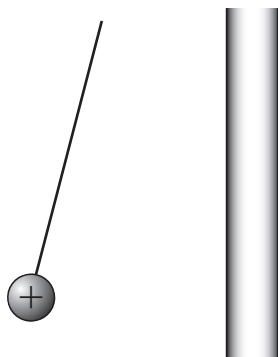
бачимо, що кут між нитками, на яких підвішено кульки, зменшився. Це свідчить про те, що відштовхування кульок одна від одної частково компенсується притяганням їх до оргскла. Тобто заряд листа оргскла протилежний заряду кульок. Лист оргскла заряджений позитивно.

1-й рівень складності

- ? 2.1.** Натерту графітом маленьку повітряну кульку, яка висить на шовковій нитці, піднесли до зарядженої пластинки (див. рисунок). Чи має кулька заряд? Якщо має, то який знак цього заряду?

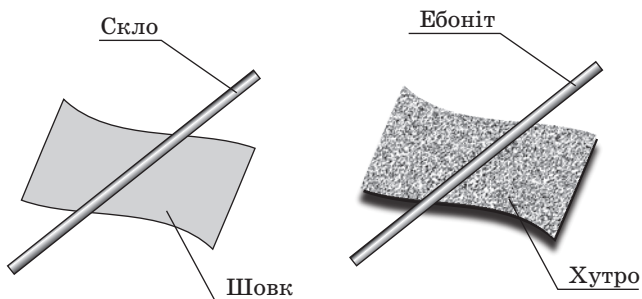


До задачі 2.1



До задачі 2.2

- ? 2.2.** Натерту графітом маленьку повітряну кульку, яка висить на шовковій нитці, зарядили позитивно й піднесли до зарядженої пластинки (див. рисунок). Який знак заряду пластинки?
- ? 2.3.** Якщо заряджене тіло з'єднати із землею, воно втрачає заряд. Як називається такий спосіб позбавлення заряду тіла?
- ? 2.4.** Якщо потерти тіла з різного матеріалу одне об одне, то вони набувають електричного заряду. Як називається такий спосіб отримання електрики?
- ? 2.5.** У разі електризації тертям скляної палички об шовк скляна паличка набуває позитивного заряду. Чи набуває заряду шовк? Якщо набуває, то якого за значенням та знаком?



До задачі 2.4

- ? 2.6.** Чи завжди під час електризації тертям електризуються обидва тіла. Порівняйте заряди, яких набувають при цьому тіла.
- ? 2.7.** Підносячи (не торкаючись) наелектризовану ебонітову паличку до металевого предмета, на його поверхні з'являються заряди обох знаків. З яким способом електризації ми стикаємося в цьому випадку?
- ? 2.8.** Підносячи (не торкаючись) до металевої кулі позитивно заряджене тіло, спостерігається електризація різних сторін кулі. Порівняйте за значенням та знаком заряди, яких набувають сторона, яка повернута до зарядженого тіла, і протилежна сторона.
- ? 2.9.** Які зміни відбулися з дослідником та металевою кулею на ізолюючій підставці (див. рисунок)?



До задачі 2.9



До задачі 2.10

- ? 2.10.** З металу чи пластику потрібно виготовляти кулю та стрижень електроскопа (див. рисунок)? корпус електроскопа?

? 2.11. Як змінюється кут відхилення листочків фольги електроскопа під час його заряджання?

? 2.12. Чому з перебігом часу кут відхилення листочків фольги зарядженого електроскопа зменшується?

2-й рівень складності

? 2.13. Запропонуйте досліди, за допомогою яких можна довести наявність електричного поля.

? 2.14. Під час роботи кінескопних телевізорів або моніторів їх екрани досить швидко покриваються шаром пилу. Чому пил притягується до екранів?

? 2.15. На виробництві для уловлення пилу або зменшення викидів повітря очищують за допомогою електрофільтрів. У цих фільтрах повітря проходить повз протилежно заряджені металеві стрижні. Чому пил притягується до цих стрижнів?

? 2.16. У дослідах з визначення заряду електрона негативно заряджена порошинка «висить» у просторі між двома горизонтальними зарядженими пластинами. Який знак заряду має верхня пластина?

? 2.17. Під час визначення заряду електрона негативний заряд порошинки зменшився. До якої пластини почне рухатися порошинка: до позитивно зарядженої чи до негативно зарядженої? Вгору чи вниз?

2.18. З якою силою електричне поле між двома горизонтальними зарядженими пластинами у досліді з визначення заряду електрона діяло на заряджену порошинку масою 0,2 мг?

2.19. Електричне поле між пластинами установки з визначення заряду електрона діє на заряджену порошинку вгору із силою 4 мкН? Якою є маса порошинки, якщо вона «висить» нерухомо завдяки дії поля?

? 2.20. Під час натирання скляної палички об клаптик шовкової тканини паличка набуває позитивного заряду. Які зміни спостерігаються з деякими атомами, які розташовані на поверхні палички?

? 2.21. Відомо, що якщо потерти гумовою паличкою об вовняну ганчірку, то паличка набуває негативного заряду. У що перетворюються деякі нейтральні атоми на поверхні гумової палички?

? 2.22. Чи електризуються скляні палички у разі натирання їх одна об одну?

? 2.23. Для чого під час електризації тіла (наприклад, ебонітову паличку та вовняну ганчірку) труть одне об одне?

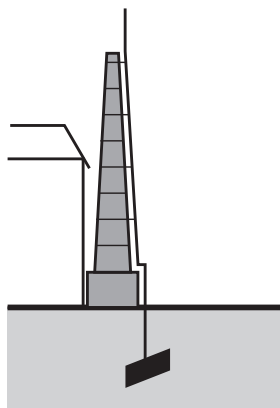
? 2.24. Коли маленька заряджена порошинка торкається незарядженого металевго листа, то вона практично повністю втрачає весь заряд. Чому?

? 2.25. Заземляючись, заряджене тіло втрачає заряд. Чому?

? 2.26. Заземляючись, позитивно заряджене тіло набуває чи втрачає електрони?

? 2.27. На дахах високих будинків, на промислових трубах для захисту від ударів блискавки встановлюють блискавковідводи. Чому нижній кінець блискавковідводу потрібно закопувати в землю на декілька метрів?

? 2.28. Для чого металеві корпуси електроприладів заземлюють, тобто з'єднують із проводом, який неізолюваним кінцем закопують на декілька метрів у землю?

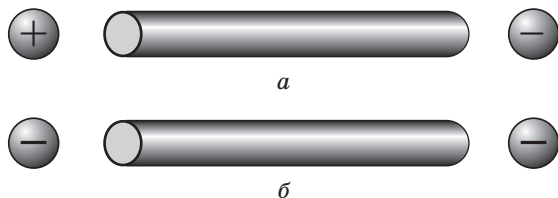


? 2.29. Заряджене тіло піднесли до металевго стрижня (див. рисунок). Зобразіть схематично, як розподілилися на поверхні стрижня заряди, що з'явилися внаслідок електризації впливом? Розгляньте окремо позитивний та негативний знак заряду тіла, що підносили.

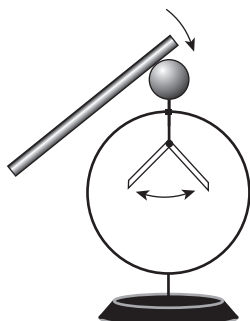


? 2.30. Заряджені тіла піднесли до металевих стрижнів (див. рисунок). Зобразіть схематично, як розподілилися

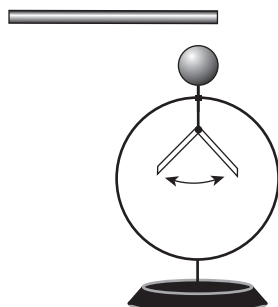
на поверхні стрижнів заряди, що з'явилися внаслідок електризації впливом, у випадках *а*, *б*?



- ? 2.31.** Чому листочки фольги електроскопа відхиляються, якщо електроскоп заряджають (див. рисунок)?



До задачі 2.31

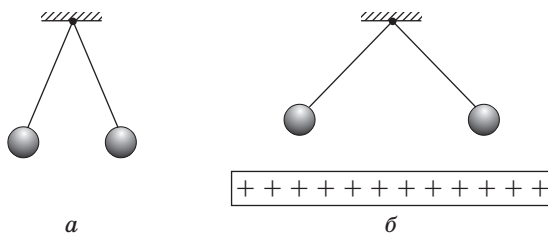


До задач 2.33, 2.34

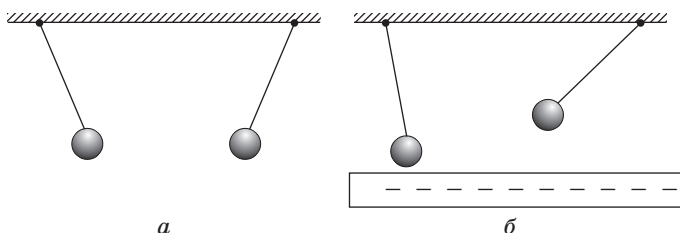
- ? 2.32.** Чому відхилення листочків фольги зарядженого електроскопа не залежить від знаку заряду?
- ? 2.33.** Підносячи до незарядженого електроскопа заряджене тіло, листочки фольги відхиляються (див. рисунок). Чому?
- ? 2.34.** Який знак заряду палички, яку піднесли до кулі електроскопа, не торкаючись її, якщо кут відхилення листочків фольги збільшився (див. рисунок)? Електроскоп був заряджений негативно.
- ? 2.35.** У вас є скляна паличка, шовк і заряджений електроскоп. Запропонуйте спосіб визначення знаку заряду електроскопа, не змінюючи значення цього заряду?
- ? 2.36.** Як зарядити електроскоп за допомогою зарядженої негативно ебонітової палички, не торкаючись паличкою електроскопа? Торкатися кулі електроскопа руками можна. Заряд якого знаку отримає електроскоп?

3-й рівень складності

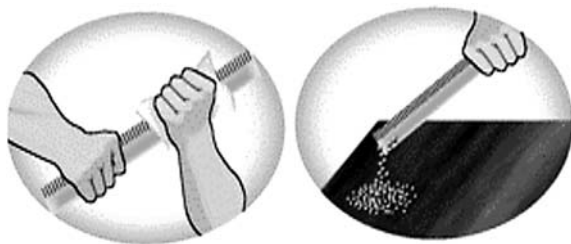
- ? **2.37.** Доведіть, що заряди на провідних тілах розташовуються на поверхні.
- ? **2.38.** Чи може бути всередині зарядженого суцільного металевого тіла електричне поле? Відповідь обґрунтуйте.
- ? **2.39.** Порожнисту металеву кульку зарядили негативним зарядом. Де розташуються заряди? Зобразіть на рисунку розподіл зарядів у тілі?
- ? **2.40.** Плоский мідний лист зарядили позитивним зарядом. Зобразіть на рисунку розподіл зарядів у тілі. Як зміниться розподіл зарядів, якщо лист згорнути у циліндр?
- ? **2.41.** Дві заряджені кульки підвішені на шовкових нитках (див. рисунок *а*). До них знизу підносять позитивно заряджений лист оргскла, внаслідок чого кут між нитками збільшується (див. рисунок *б*). Який знак заряду кульок? Відповідь обґрунтуйте.



- ? **2.42.** Дві заряджені кульки підвішені на шовкових нитках (див. рисунок *а*). До них знизу підносять негативно заряджену ебонітову пластинку, внаслідок чого кут між нитками та вертикаллю змінюється (див. рисунок *б*). Який знак заряду кульок? Відповідь обґрунтуйте.

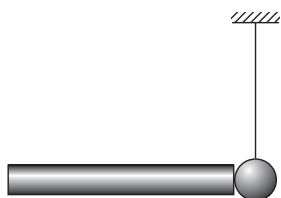


- ? 2.43.** Натерту графітом маленьку гумову повітряну кульку кладуть між горизонтальними металевими пластинками, які мають заряди протилежних знаків. Кулька після торкання нижньої пластинки підскакує й стикається з верхньою пластинкою. Після торкання верхньої пластинки кулька знову починає рухатися до нижньої пластики. Потім рух кульки повторюється. Поясніть рух кульки.
- ? 2.44.** Чи є спосіб зарядити хоча б частину тіла позитивно чи негативно, не торкаючись цього тіла іншим зарядженим тілом? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 2.45.** Металеву консервну банку помістили в електричне поле. Чи існує поле всередині банки? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 2.46.** Під час піднесення до незаряджених клаптиків паперу зарядженої ебонітової палички клаптики притягуються до палички. Чому незаряджені тіла притягуються до зарядженого? Відповідь обґрунтуйте.

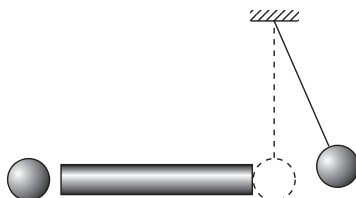


- ? 2.47.** Легка пінопластова кулька притягується до зарядженої позитивно скляної палички. Чи обов'язково кулька заряджена негативно? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 2.48.** Легка металева кулька висить на шовковій нитці. Її злегка торкається одним кінцем горизонтальний металевий стрижень (див. рисунок). Чи буде щось відбуватися з кулькою, якщо до лівого кінця стрижня піднести заряджене тіло? Чи залежить відповідь від знаку заряду тіла? довжини стрижня? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 2.49.** Легка заряджена негативно металева кулька висить на шовковій нитці. До неї підносять заряджений металевий стрижень, від якого кулька відштовхується

(див. рисунок). Яке за знаком заряджене тіло потрібно піднести до іншого кінця стрижня для того, щоб нитка зайняла вертикальне положення? Відповідь обґрунтуйте.

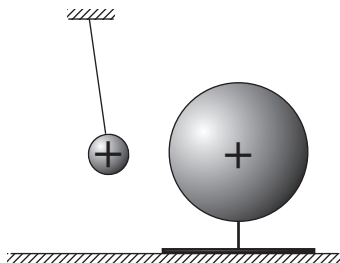


До задачі 2.48



До задачі 2.49

- ? 2.50. Чи може спостерігатися взаємодія, зображена на рисунку?



- ? 2.51. Як зміниться сила притягання двох різноіменно заряджених тіл, якщо між ними розмістити незаряджений металевий стрижень (див. рисунок)?

- ? 2.52. Як зміниться сила відштовхування двох однойменно заряджених тіл, якщо між ними розмістити незаряджений металевий стрижень (див. рисунок)?



До задачі 2.51



До задачі 2.52

- ? 2.53. Щоб стрілка електроскопа помітно відхилялася, потрібно декілька разів провести зарядженою паличкою (ебонітовою чи скляною) по кульці електроскопа. Чому?

- ? 2.54. Чому кулю електроскопа виготовляють порожнистою і з отвором?

- ? 2.55. Яку частину свого заряду передасть електроскопу невелике металеве заряджене тіло, якщо ним торкнутися

внутрішньої поверхні кулі електроскопа? Відповідь обґрунтуйте.

? 2.56. В якому приміщенні електроскоп буде довше зберігати свій заряд: у сухому чи вологому? Відповідь обґрунтуйте.

? 2.57. Чому в приміщенні, де працюють багато людей, електроскоп швидко розряджається?

? 2.58. Заряджений електроскоп швидко розряджається, якщо поблизу нього є джерело відкритого вогню. Чому наявність вогню призводить до розрядження електроскопа?

Задачі для допитливих

? 2.59. Відомо, що усередині незаряджених або заряджених металевих предметів немає електричного поля. Чи означає це, що якщо помістити заряджене тіло всередину незарядженого порожнистого металевого тіла (наприклад, всередину металеві консервної банки), електричне поле зовні консервної банки буде відсутнє?

? 2.60. Як за допомогою зарядженої ебонітової палички надати двом металевим кулькам заряди різного знаку, причому так, щоб заряд самої палички при цьому не змінився?

? 2.61. До кульки шкільного електрометра доторкнулися рукою. Після цього стрілка електрометра відхилилася. Які умови потрібно забезпечити, щоб виконати дослід?

? 2.62. Як поводитиметься стрілка електрометра, якщо торкатися зарядженою ебонітовою паличкою не кульки, а металеві частини корпусу електрометра? Відповідь обґрунтуйте.

? 2.63. Учитель підносить руку (не торкаючись) до кульки електрометра, і стрілка починає відхилятися. Які умови потрібно забезпечити, щоб виконати дослід?

? 2.64. Як передати електроскопу заряд, який у декілька разів більший за заряд наелектризованої скляної палички? У вас, крім зарядженої палички та електроскопа, є невелика металева кулька на ізолюючій ручці.

3. Закон Кулона

Приклади розв'язання задач

Задача 1. На якій відстані два точкових заряди* 40 і -20 нКл притягуються один до одного із силою 2 мН?

Дано:

$$q_1 = 40 \text{ нКл} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -20 \text{ нКл} =$$

$$= -2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$F = 2 \text{ мН} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$R = ?$$

Розв'язання

Згідно із законом Кулона сила взаємодії двох точкових зарядів

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{R^2}.$$

Отримаємо з цього виразу відстань між зарядами:

$$R^2 = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{F} \Rightarrow R = \sqrt{k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{F}}.$$

Перевіримо одиниці:

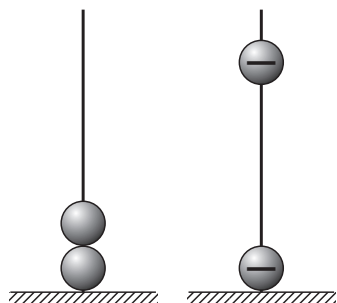
$$[R] = \sqrt{\text{Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл} \cdot \text{Кл}}{\text{Н}}} = \sqrt{\text{м}^2} = \text{м}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$R = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{2 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{36 \cdot 10^{-4}} = 6 \cdot 10^{-2} (\text{м}) = 6 (\text{см}).$$

Відповідь: відстань між зарядами становить 6 см.

Задача 2. На вертикальну діелектричну спицю нанизують дві однакові кульки (див. рисунок). Кульки можуть без тертя ковзати по спиці. Який загальний негативний заряд потрібно передати кулькам, щоб верхня кулька за рахунок кулонівського відштовхування зайняла положення на висоті 5 см від нижньої кульки. Маса кожної кульки 81 мг.



* Надалі термін «точковий заряд» буде замінятися на термін «заряд».

Дано:

$$h = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = 81 \text{ мг} = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$q = ?$$

Розв'язання

Після того як кулькам був переданий заряд, верхня кулька піднялася на таку висоту від нижньої, що сила тяжіння, яка на неї діє, скомпенсувалася силою кулонівського відштовхування:

$$mg = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{h^2}.$$

Скористаємось подільністю заряду: заряд кожної кульки за модулем у два рази менший від загального, оскільки кульки однакові:

$$|q_1| = |q_2| = \frac{|q|}{2}.$$

Підставляємо це до умови рівноваги верхньої кульки і врахуємо те, що заряд кульки за умови задачі негативний:

$$mg = k \frac{q^2}{4h^2} \Rightarrow q = -2h \sqrt{\frac{mg}{k}}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[q] = \text{м} \cdot \sqrt{\frac{\frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{Кл}^2}}}}{\frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2}}} = \text{м} \cdot \sqrt{\frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2}} = \text{Кл}.$$

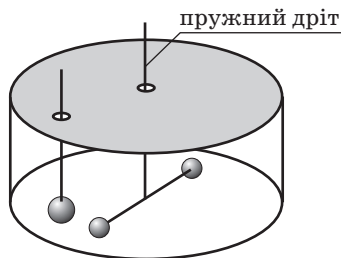
Визначимо числове значення шуканої величини:

$$\begin{aligned} q &= -2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{8,1 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{9 \cdot 10^9}} = -10^{-1} \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-14}} = \\ &= -3 \cdot 10^{-8} (\text{Кл}) = -30 (\text{нКл}). \end{aligned}$$

Відповідь: кулькам було передано загальний заряд -30 нКл .

1-й рівень складності

? **3.1.** Для чого у крутильних терезах, що використовував Ш. Кулон у своїх дослідках (див. рисунок), призначений пружний дріт?



? 3.2. Що вимірював Ш. Кулон за допомогою крутильних терезів у дослідах із взаємодії заряджених кульок?

? 3.3. Як змінюється сила взаємодії двох зарядів, якщо відстань між ними зменшити у 3 рази?

? 3.4. Відстань між двома зарядами збільшили удвічі. Як змінилася сила взаємодії між зарядами?

3.5. Два позитивних заряди 1 і 2 нКл знаходяться на відстані 2 см один від одного. З якою силою вони відштовхуються?

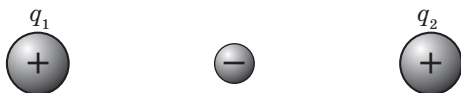
3.6. Два заряди -2 і $+4$ нКл знаходяться на відстані 4 см один від одного. З якою силою вони притягуються один до одного?

2-й рівень складності

? 3.7. Два однакових заряди знаходяться на певній відстані. Як зміниться сила їх взаємодії, якщо величини кожного із зарядів збільшити удвічі?

? 3.8. Як зміниться сила взаємодії двох однакових зарядів, якщо величину одного із зарядів вдвічі збільшити, а другого — вдвічі зменшити?

? 3.9. Два позитивних заряди q_1 і q_2 знаходяться на певній відстані. Між ними розміщують маленьку негативно заряджену металеву кульку (див. рисунок). Як зміниться сила, що діє на кожний із зарядів q_1 і q_2 ?



? 3.10. Між двома зарядами протилежних знаків q_1 і q_2 розміщують позитивно заряджену металеву кульку (див. рисунок). Як зміниться сила, що діє на кожний із зарядів q_1 і q_2 ?



3.11. Два однакових заряди знаходяться на відстані 5 см один від одного і відштовхуються із силою 81 мН. Якою є величина зарядів?

3.12. Відстань між двома однаковими зарядами дорівнює 3 см, і вони відштовхуються із силою 0,25 мН. Визначте значення зарядів.

3-й рівень складності

? **3.13.** Дві маленькі металеві кульки мають заряди q і $-q$ і знаходяться на певній відстані. Як зміниться сила їх взаємодії, якщо кожній кульці надати заряд $2q$?

? **3.14.** Дві маленькі металеві кульки мають заряди $2q$ і $-q$ і знаходяться на певній відстані. Як зміниться сила їх взаємодії, якщо кожній кульці надати заряд $-3q$?

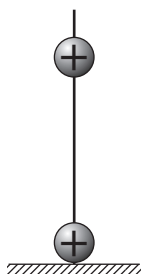
? **3.15.** Як зміниться кулонівська сила взаємодії двох однакових металевих кульок, що мають заряди q і $-4q$, якщо ними доторкнутися одна до одної й розвести на початкову відстань?

3.16. Дві маленькі металеві кульки знаходяться на відстані 1 см. Якою буде сила взаємодії між ними, якщо п'ять мільярдів електронів з однієї кульки перенести на іншу?

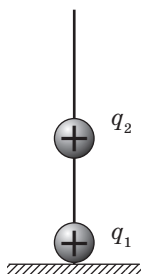
3.17. З однієї маленької металевої кульки на іншу перенесли певну кількість електронів. Кульки почали притягатися із силою 16 мН. Скільки електронів було перенесено, якщо відстань між кульками становить 10 см?

3.18. На вертикальну діелектричну спицю нанизують дві однаково заряджені кульки (див. рисунок). Кульки можуть без тертя ковзати по спиці. На якій висоті над нижньою кулькою розташується верхня, якщо заряд кожної кульки становить 10 нКл, а маса 36 мг?

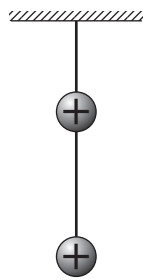
3.19. На вертикальну діелектричну спицю нанизують дві позитивно заряджені кульки (див. рисунок). Кульки можуть без тертя ковзати по спиці. Заряди кульок $q_1 = 2$ нКл і $q_2 = 4$ нКл. Верхня кулька встановлюється на висоті 2 см над нижньою. Якою є маса верхньої кульки?



До задачі 3.18



До задачі 3.19



До задачі 3.20

- 3.20.** На шовковій нитці висять дві позитивно заряджені кульки масами 10 мг кожна (див. рисунок). Заряд кожної кульки становить 10 нКл, відстань між ними 5 см. Чому дорівнює сила натягу нитки між кульками? Як зміниться відповідь у випадку, коли заряд однієї з кульок зміниться на протилежний?

Задачі для допитливих

- 3.21.** На відстані 9 см один від одного розташовані позитивні заряди 8 і 2 нКл. Де потрібно розташувати третій заряд, щоб скомпенсувати відштовхування цих позитивних зарядів?
- 3.22.** Позитивний заряд 9 нКл і негативний заряд -1 нКл розташовані на відстані 8 см. Який третій заряд потрібно додати до цієї системи, щоб притягування між зарядами «зникло»?
- 3.23.** Двом металевим кулькам надають загальний заряд q і віддаляють на певну відстань. Доведіть, що сила взаємодії цих кульок буде найбільшою в разі, коли кульки отримали рівні заряди.
- 3.24.** Двом однаковим металевим кулькам надали певні заряди й розмістили їх на відстані 3 см одна від одної. Виявилося, що на цій відстані кульки притягуються одна до одної із силою 90 мкН. Потім кульками торкнулися одна до одної і розвели на ту саму відстань. Тепер кульки почали відштовхуватися із силою 40 мкН. Які заряди були надані кулькам на початку досліджу?

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

4. Електричний струм. Джерела струму

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Чому заряджений електроскоп досить довго зберігає заряд у приміщенні з чистим повітрям і швидко розряджається у приміщеннях, де в повітрі є пил або дим?

Розв'язання

Розряд електроскопа — це процес протікання струму через повітря, що оточує електроскоп. У чистому повітрі немає вільних носіїв зарядів, і тому електроскоп не розряджається. У приміщенні із забрудненим повітрям частинки пилу або диму притягуються до кулі електроскопа, набувають, доторкаючись до нього, заряду того ж знаку і за рахунок кулонівського відштовхування забирають цей заряд з поверхні кулі. Електроскоп розряджається.

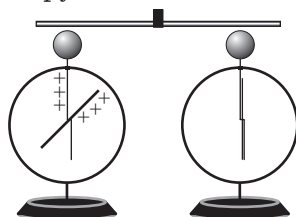
Задача 2. Чи можна створити джерело струму з ебонітової палички та вовняної рукавички?

Розв'язання

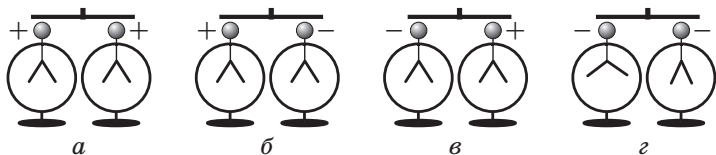
Головна задача будь-якого джерела струму — розділяти позитивні та негативні заряди. Саме це спостерігається, коли ебонітову паличку натирають об вовну. Тому в принципі ніщо не заважає створити джерело струму з ебонітової палички та вовняної рукавички, але таке джерело може забезпечити тільки короточасні електричні розряди, струм у яких буде дуже слабкий. Таке джерело струму не матиме жодної практичної цінності.

1-й рівень складності

- ? 4.1. Як поведуться вільні заряди у провіднику, через який не йде електричний струм?
- ? 4.2. Учень торкається рукою зарядженого електроскопа. Чи виникає при цьому електричний струм?
- ? 4.3. Кулі двох електроскопів, один з яких заряджений, з'єднують металевим дротом (див. рисунок). Чи виникає при цьому електричний струм?



- ? 4.4. Кулі двох заряджених електроскопів з'єднують металевим стрижнем на ізолюючій ручці (див. рисунок). В якому напрямку потече струм у стрижні в кожному випадку?



- ? 4.5. Позитивно заряджену кулю заземляють за допомогою металевого дроту, з'єданого із землею. В який бік по дроту піде струм? Які заряджені частинки і в який бік будуть рухатися?

- ? 4.6. За допомогою ебонітової палички, яку попередньо наелектризували за допомогою вовни, заряджають електроскоп. В який бік по стрижню електроскопа протікає струм?

- ? 4.7. Назвіть пристрої, в яких використовується теплова дія електричного струму.

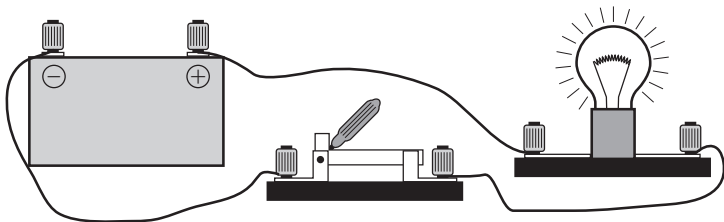
- ? 4.8. Укажіть пристрої, у яких використовується магнітна дія електричного струму: електропраска, електролампа, електромагніт, електричний дзвоник, електроплитка, електрочайник?

- ? 4.9. Для чого потрібні джерела електричного струму?

- ? 4.10. За рахунок чого джерела струму створюють електричне поле для підтримки струму в електричному колі?

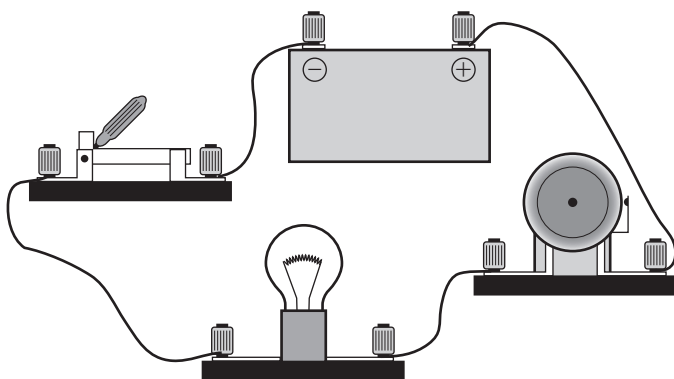
- ? 4.11. Від якого до якого полюса джерела струму тече струм у провідниках, якими з'єднані елементи електричного кола?

- ? 4.12. Перелічіть елементи електричного кола, яке зображене на рисунку.



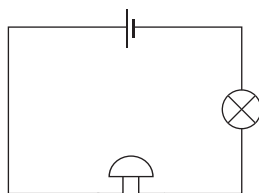
До задач 4.12, 4.14

- ? 4.13.** Перелічіть елементи електричного кола, яке зображене на рисунку.

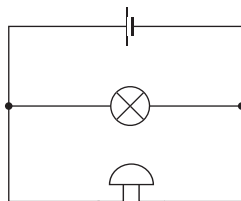


До задач 4.13, 4.15

- 4.14.** Нарисуйте у зошиті принципову схему електричного кола, яке зображене на рисунку? Вкажіть на схемі напрямок струму в колі.
- 4.15.** Нарисуйте у зошиті принципову схему електричного кола, яке зображене на рисунку? Вкажіть на схемі напрямок струму у колі.
- ? 4.16.** Укажіть на схемі (див. рисунок) напрямок струму у всіх ділянках кола.



До задачі 4.16



До задачі 4.17

- ? 4.17.** Вкажіть на схемі (див. рисунок) напрямок струму у всіх ділянках кола.
- 4.18.** У вашому розпорядженні є гальванічний елемент, лампочка, два ключі та з'єднувальні проводи. Нарисуйте принципову схему електричного кола, у якому лампочка загоряється тільки тоді, коли увімкнені обидва ключі?

4.19. Як зміниться схема електричного кола (див. попередню задачу), якщо нам потрібно, щоб лампочка працювала при хоча б одному замкненому ключі? Відповідь дайте у вигляді рисунка.

2-й рівень складності

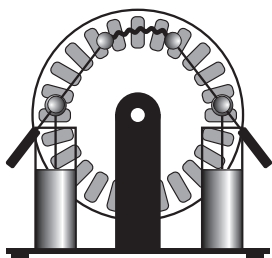
4.20. Чи завжди для існування електричного струму потрібно електричне поле?

4.21. Із зарядженої металевої посудини на землю падають краплини води. Чи виникає при цьому електричний струм?

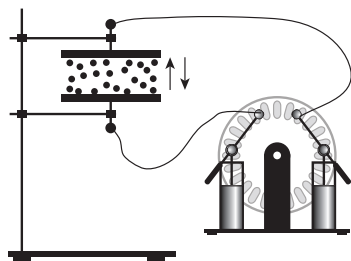
4.22. До заряджених позитивно невеликих клаптиків паперу, що лежать на діелектричній пластині, зверху підносять наелектризовану об вовну ебонітову паличку. Клаптики паперу починають підскакувати до палички. Чи виникає при цьому електричний струм між пластиною й паличкою?

4.23. Чи протікає електричний струм під час спалаху блискавки?

4.24. Якщо зблизити розрядники працюючої електрофорної машини, то між ними починають проскакувати іскри (див. рисунок). Чи можна стверджувати, що між розрядниками у повітрі протікає струм?



До задачі 4.24

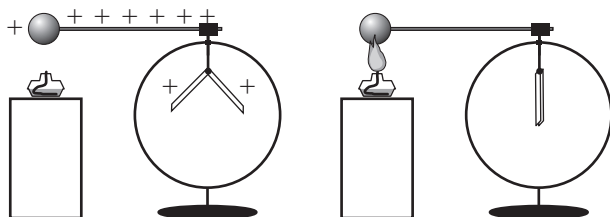


До задачі 4.25

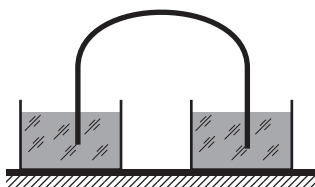
4.25. Якщо розрядники працюючої електрофорної машини з'єднати з двома горизонтальними металевими пластинками (див. рисунок), то крупинки манки, які попередньо насипані на нижню пластинку, почнуть підстрибувати

до верхньої пластинки й повертатися назад. Чи можна стверджувати, що між пластинками протікає струм?

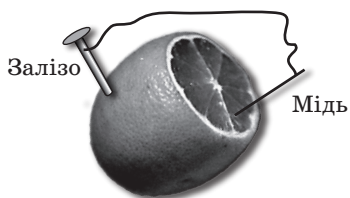
- ? 4.26. Поясніть, чому під час піднесення спиртівки, яка горить, до кулі електроскопа, він розряджається (див. рисунок).



- ? 4.27. Чому комп'ютер, який взимку занесли до теплої кімнати після того, як його тривалий час несли вулицею, треба вмикати не відразу, а почекавши 2—3 години?
- ? 4.28. Більшість електронних пристроїв (комп'ютери, телевізори, DVD-програвачі) не можна експлуатувати у приміщеннях, де висока вологість повітря. Чому?
- ? 4.29. Через розчин кам'яної солі пропускають електричний струм. Які дії струму можна при цьому спостерігати?
- ? 4.30. Електричний струм протікає через лампу розжарення. Які дії струму можна при цьому спостерігати?
- ? 4.31. Чи можна стверджувати, що у джерелах струму виникають позитивні та негативні заряди?
- ? 4.32. У якому напрямку тече струм всередині джерела струму?
- ? 4.33. До якого полюса всередині джерела струму рухаються негативні заряди?
- ? 4.34. Мідний дріт обома кінцями занурили у різні посудини із розчином сірчаної кислоти (див. рисунок). Чи буде такий пристрій працювати як джерело струму. Якщо буде, то де в нього буде позитивний, а де негативний полюси?
- ? 4.35. Залізний цвях та відрізок мідного дроту увіткнули в лимон (див. рисунок). Чи потече струм через провід, яким з'єднують цвях і дріт?



До задачі 4.34



До задачі 4.35

- ? 4.36.** У чому полягає принципова різниця між гальванічним елементом та акумулятором як джерелами струму?
- ? 4.37.** Які перетворення енергії відбуваються в електрофорній машині та фотоелементах, коли вони працюють як джерела струму?
- 4.38.** Нарисуйте схему підключення двох лампочок до джерела струму так, щоб перегорання однієї не впливало на роботу іншої?
- 4.39.** Нарисуйте схему підключення лампочки та електричного дзвоника до джерела струму так, щоб при перегоранні лампочки дзвоник припиняв дзвонити.
- ? 4.40.** Запропонуйте схему підключення двох лампочок і двох ключів до гальванічного елемента так, щоб кожний ключ керував роботою «своїх» лампочок.
- ? 4.41.** Як потрібно підключити до гальванічного елемента дві лампочки і два ключі, щоб у разі замикання хоча б одного ключа одночасно загорялися обидві лампочки? Зробіть відповідний рисунок у зошиті.
- ? 4.42.** Додайте до електричного кола (див. попередню задачу) третій ключ, яким можна відключити все коло. Зробіть відповідний рисунок у зошиті.

3-й рівень складності

- ? 4.43.** Позитивно заряджений іон під час приєднання електрона перетворюється на нейтральний атом. Чи можна стверджувати, що при цьому протікає електричний струм?
- ? 4.44.** Перелічіть дії електричного струму, який протікає під час спалаху блискавки?

- ? 4.45.** Чому неможливо користуватися магнітним компасом в електриці, що рухається?
- ? 4.46.** Магнітний компас значно сильніше реагує на тролейбус, що проїжджає повз спостерігача, ніж на автобус. Чому?
- ? 4.47.** Для того щоб електричне коло, через яке електродвигуни тролейбуса отримують електричний струм, було замкнене, тролейбусна лінія має два контактних проводи. Як же замикається коло живлення електродвигунів трамваїв та електричок, якщо їх лінії мають лише один контактний провід?
- ? 4.48.** Для живлення свічки запалення у бензинових двигунах внутрішнього згоряння використовується тільки один провід, який з'єднує джерело високої напруги із свічкою. Але для того щоб у колі живлення свічки йшов струм, необхідно мати два проводи. Як же замикається коло живлення свічки запалювання?
- 4.49.** Зі стелі в місті кріплення люстри звисають три проводи, по яких після підключення люстри йде струм. Якщо люстру підключити правильно, два вимикачі (ключі) працюють таким чином, що один з них вмикає та вимикає одну лампу, а інший — останні три. Нарисуйте в зошиті схему з'єднання ламп у люстрі, вимикачів та джерела струму.
- 4.50.** Робітник, що підключав люстру (див. попередню задачу), переплутав проводи: під час вмикання першого вимикача горять з неповним розжаренням всі лампи, а другий вмикач вмикає та вимикає одну лампу. Нарисуйте у зошиті можливу схему з'єднання ламп у люстрі, вимикачів та джерела струму.

Задачі для допитливих

- 4.51.** Запропонуйте схему з'єднання джерела струму лампочки та двох перемикачів (перемикач — це пристрій з трьома проводами, що має два положення, в яких центральний провід замикається по черзі на другий або третій проводи) у такий спосіб, щоб лампочку можна було вмикати або вимикати кожним перемикачем незалежно.

5. Сила струму. Електрична напруга

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Скільки електронів щосекунди проходить через переріз провідника, у якому тече струм 0,32 А?

Дано:

$$I = 0,32 \text{ А}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$N = ?$$

Розв'язання

За визначенням сила струму

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

З іншого боку, $q = N|e|$.

Для кількості електронів, що проходять щосекунди через переріз провідника, отримуємо:

$$N = \frac{It}{|e|}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[N] = \frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{Кл}} = 1.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$N = \frac{0,32 \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2 \cdot 10^{18}.$$

Відповідь: щосекунди через переріз провідника проходить $2 \cdot 10^{18}$ електронів.

Задача 2. Через нитку лампи розжарення тече струм 2 А. За якої напруги працює лампа, якщо за 1 хв електричне поле в нитці лампи виконує роботу 1,44 кДж?

Дано:

$$I = 2 \text{ А}$$

$$t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$$A = 1,44 \text{ кДж} = 1440 \text{ Дж}$$

$$U = ?$$

Розв'язання

$$\text{Як відомо, } U = \frac{A}{q}; q = It.$$

Остаточно отримуємо:

$$U = \frac{A}{It}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[U] = \frac{\text{Дж}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$U = \frac{1440}{2 \cdot 60} = 12 \text{ (В)}.$$

Відповідь: $U = 12 \text{ В}$.

1-й рівень складності

- 5.1.** Через переріз провідника за 4 секунди проходить електричний заряд 16 Кл. Якої сили струм проходить через провідник?
- 5.2.** За 12 секунд через контакти ключа, який вмикає лампочку, пройшов заряд 6 Кл. Струм якої сили протікає через замкнений ключ?
- 5.3.** Який заряд щосекунди проходить через переріз провідника, якщо сила струму в ньому становить 3 А?
- 5.4.** Сила струму, який живить лампу розжарення, становить 0,8 А. Який заряд проходить через нитку розжарення лампи за 2 с?
- 5.5.** Який заряд проходить через обмотку електродвигуна за 5 секунд, якщо сила струму через двигун дорівнює 10 А?
- 5.6.** Якою є напруга на обмотці електродзвоника, якщо під час протікання через неї заряду у 2 Кл, електричне поле виконує роботу 10 Дж?
- 5.7.** Під час протікання 10 Кл електрики через нитку розжарення лампи електричне поле виконало роботу 360 Дж. Під якою напругою працює лампа?
- ?** **5.8.** Назвіть прилади, зображені на рисунку.

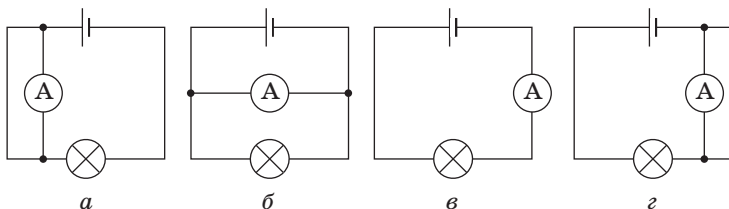


а

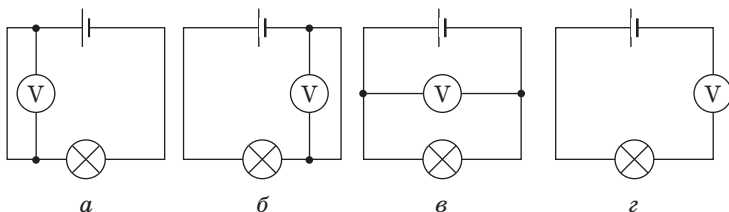


б

- ? 5.9.** В якому випадку на рисунку амперметр правильно підключено для вимірювання сили струму через лампочку?



До задачі 5.9



До задачі 5.10

- ? 5.10.** Як правильно підключити вольтметр, для того щоб виміряти напругу на лампочці (див. рисунок)?

2-й рівень складності

- 5.11.** Автомобільний акумулятор був поставлений на зарядку. Який заряд пройшов через акумулятор за 8 годин за сили струму 5 А?
- 5.12.** Для проведення хімічних реакцій у повному обсязі через ванну з хімічним розчином потрібно пропустити 900 Кл електрики. Скільки триває процес, якщо сила струму через ванну дорівнює 0,2 А?
- 5.13.** Під час протікання електричного струму через водний розчин кислоти виділяється водень. Який електричний заряд проходить через розчин кислоти, якщо за сили струму 2 А процес отримання необхідної кількості водню триває 5 годин?
- 5.14.** Зображення на екрані кінескопа у телевізорах формується завдяки тому, що на внутрішню поверхню екрана потрапляє пучок електронів. Скільки електронів

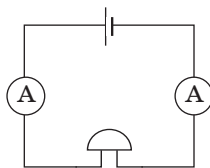
щосекунди потрапляє на екран кінескопа, якщо сила струму в електронному промені кінескопа становить 80 мкА?

5.15. Через мікроамперметр проходить струм 0,4 мкА. Скільки електронів проходить щохвилини через вимірювальний прилад?

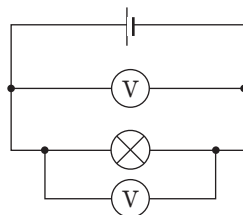
5.16. Який заряд пройшов через переріз провідника в колі живлення лампи розжарення, якщо лампа працює за напруги 220 В, а електричне поле за час проходження заряду виконало роботу 13,2 кДж?

5.17. Лампочка кишенькового ліхтарика працює від гальванічного елемента, який забезпечує напругу на лампочці 1,5 В. Яку роботу виконає електричне поле, створене гальванічним елементом, під час протікання через нитку розжарення лампочки 0,4 Кл електрики?

? **5.18.** Чи однаковий струм покажуть амперметри (див. рисунок)? Відповідь обґрунтуйте.



До задачі 5.18



До задачі 5.19

? **5.19.** Чи однакову напругу покажуть вольтметри (див. рисунок)? Відповідь обґрунтуйте.

? **5.20.** У вас є еталонний амперметр й амперметр, у якого немає шкали. Запропонуйте схему включення амперметрів для того, щоб проградувати амперметр без шкали.

? **5.21.** Для градування вольтметра після ремонту електротехнік використав еталонний вольтметр. Як він підключив прибори до електричної мережі?

? **5.22.** Назвіть прилади, зображені на рисунку. Визначте ціну поділки кожного з них.



a



б



в



г

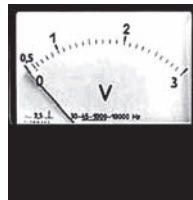


д

? 5.23. У якого приладу найменша ціна поділки? Визначте її.



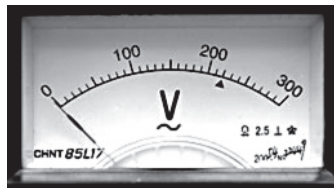
a



б

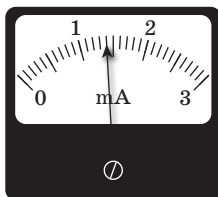


в

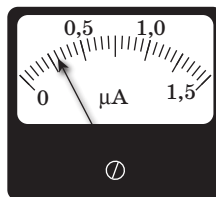


г

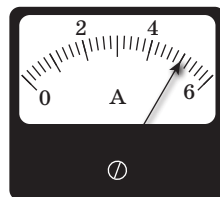
? 5.24. Який струм тече через амперметри, зображені на рисунку?



a

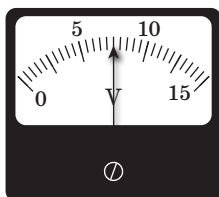


б

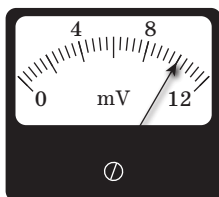


в

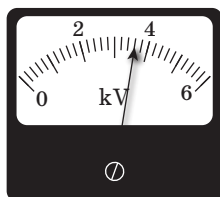
- ? 5.25.** За допомогою вольтметрів вимірюється напруга на ділянках різних електричних кіл. Запишіть показання приладів.



a



б



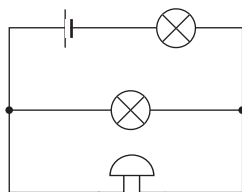
в

3-й рівень складності

- ? 5.26.** Чому амперметр, який показує силу струму через провід, яким акумулятор автомобіля з'єднується з бортовою електричною мережею (див. рисунок), має на шкалі додатні і від'ємні значення?

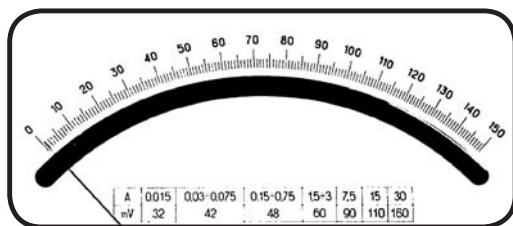
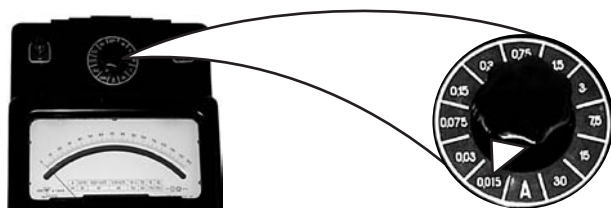


- ? 5.27.** Яку найменшу кількість вимірювань потрібно зробити, щоб встановити розподіл струмів та напруг в електричному колі (див. рисунок)?

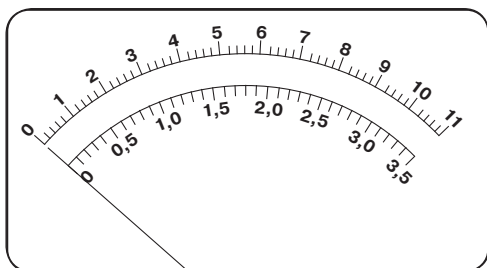


- ? 5.28.** Який максимальний та мінімальний струм можна виміряти за допомогою амперметра з перемикачем діапазонів вимірювання (див. рисунок)? Якою є ціна поділки цього вимірювального приладу з урахуванням поданого на рисунку положення перемикача діапазонів?

- ?** **5.29.** Як користуватися вольтметром, шкала якого зображена на рисунку? Як знімати показання зі шкали цього приладу?



До задачі 5.28



До задачі 5.29

Задачі для допитливих

- 5.30.** У провіднику в кожному кубічному сантиметрі міститься $2 \cdot 10^{22}$ вільних електронів. З якою середньою швидкістю електрони упорядковано рухаються через провідник, якщо сила струму в ньому 8 А? Площа поперечного перерізу провідника становить 1 мм^2 .
- 5.31.** У вакуумі попередньо нерухомий електрон під дією електричного поля проходить між двома точками, напруга між якими становить 15 кВ. Якої швидкості набуває електрон?

6. Електричний опір. Закон Ома. Реостати

Приклад розв'язання задачі

Задача. Під час виготовлення реостата на керамічний циліндр діаметром 5 см було намотано 122 витки ніхромового дроту з площею поперечного перерізу $0,8 \text{ мм}^2$. На яку максимальну напругу розрахований цей реостат, якщо сила струму в ньому не може перевищувати $0,8 \text{ А}$?

Дано:

$$d = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$N = 122$$

$$S = 0,8 \text{ мм}^2$$

$$I = 0,8 \text{ А}$$

$$r = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$U = ?$$

Розв'язання.

Згідно із законом Ома,

$$U = IR.$$

Опір реостата можна обчислити за формулою:

$$R = \rho \frac{l}{S},$$

де $l = \pi d N$.

$$\text{Звідси } U = I r \frac{\pi d N}{S}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[U] = \text{А} \cdot \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{мм}^2} = \text{А} \cdot \text{Ом} = \text{В}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$U = 0,8 \cdot 1,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 122}{0,8} = 21 \text{ (В)}.$$

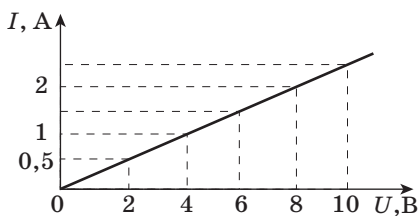
Відповідь: $U = 21 \text{ В}$.

1-й рівень складності

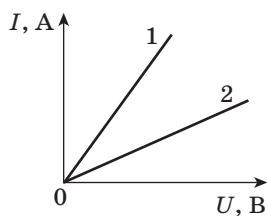
? 6.1. За графіком залежності сили струму через резистор (див. рисунок) визначте силу струму, якщо напруга на резисторі 2 В, 8 В, 10 В.

? 6.2. За графіком залежності сили струму через резистор (див. рисунок) визначте напругу на резисторі, яка забезпечує силу струму через резистор 1 А, 1,5 А, 2,5 А.

6.3. Якщо на резисторі напруга дорівнює 12 В, то через нього протікає струм 0,8 А. Яку напругу потрібно подати на резистор, щоб сила струму стала 0,4 А?



До задач 6.1, 6.2, 6.8



До задачі 6.7

6.4. Якщо напруга на резисторі 8 В, сила струму дорівнює 0,2 А. За якої напруги сила струму через резистор буде дорівнювати 0,3 А?

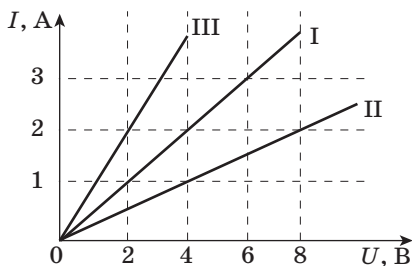
6.5. Якщо напруга на резисторі 24 В, сила струму через резистор становить 1,2 А. Якою буде сила струму, якщо напругу зменшити до 18 В?

6.6. Сила струму у 0,6 А через резистор забезпечується напругою на ньому у 9 В. Якою стане сила струму через цей резистор, якщо напругу збільшити до 22,5 В?

? **6.7.** На рисунку зображені вольт-амперні характеристики двох резисторів. Який з них має більший опір?

6.8. За графіком залежності сили струму через резистор від напруги (див. рисунок) визначте опір резистора.

6.9. За графіком залежності сили струму через резистори від напруги (див. рисунок) визначте опір кожного резистора.

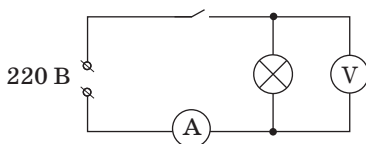


? **6.10.** Дві лампочки розжарення розраховані на однакову напругу 4,5 В. Але сила струму в робочому режимі через нитки цих лампочок становить 0,18 та 0,28 А. Чим визначається різна сила струму через лампочки в робочому режимі?

6.11. Якщо на резисторі напруга дорівнює 6 В, то через нього протікає струм 0,2 А. Обчисліть опір резистора.

6.12. На цоколі електричної лампочки розжарення написано «3,5 В, 0,7 А». Обчисліть опір нитки розжарення лампочки в робочому режимі.

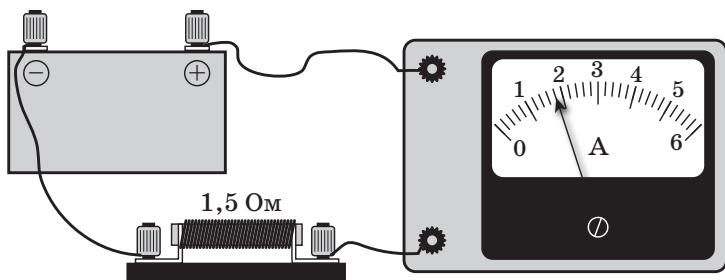
6.13. Електричну лампочку було підключено до мережі 220 В (див. рисунок). Яким є опір лампочки, якщо при замкненому ключі амперметр показує 0,25 А? Що показує вольтметр?



6.14. Яку напругу потрібно прикласти до обмотки електромагніта опором 0,2 Ом для того, щоб сила струму в обмотці дорівнювала 4 А?

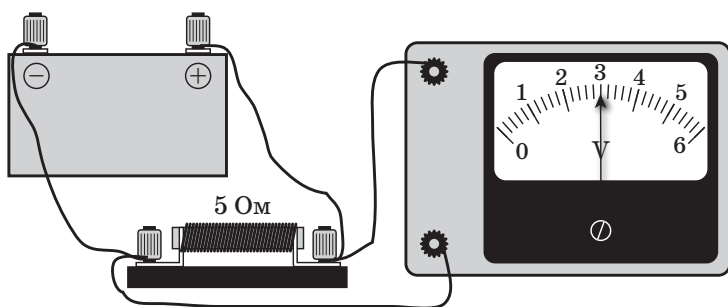
6.15. За якої напруги через резистор опором 3 Ом буде протікати струм 2,4 А?

6.16. Під час виконання лабораторної роботи учень склав електричне коло (див. рисунок). Обчисліть напругу на резисторі.



6.17. Під час виконання лабораторної роботи учень склав електричне коло (див. рисунок). Чому дорівнює сила струму через резистор?

6.18. Який опір має ніхромовий дріт довжиною 1 м з площею поперечного перерізу 1 мм²?



До задачі 6.17

6.19. Довжина та площа поперечного перерізу алюмінієвого та залізного дротів однакові. Який із дротів має більший опір?

6.20. Довжина та площа поперечного перерізу свинцевого та срібного дротів однакові. Який із дротів має менший опір?

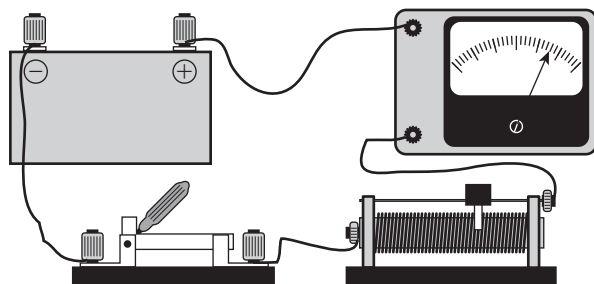
? 6.21. Є два мідних дроти однакового поперечного перерізу, але різної довжини. Який із дротів буде мати менший опір?

? 6.22. Два манганінових дроти однакової довжини мають різну товщину. Який із дротів має більший опір?

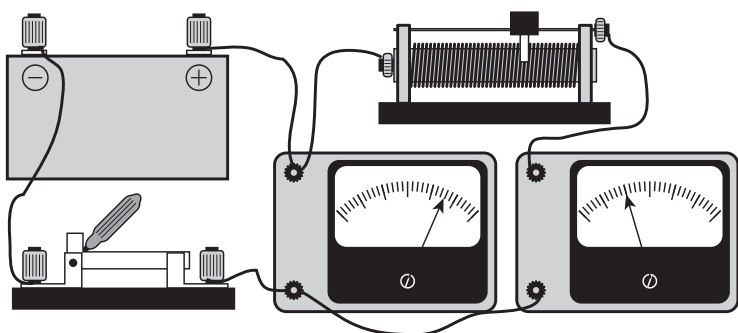
6.23. Який опір має мідний дріт довжиною 10 м і площею поперечного перерізу $0,17 \text{ мм}^2$?

6.24. Який опір має нікеліновий дріт довжиною 200 м і площею поперечного перерізу $0,21 \text{ мм}^2$?

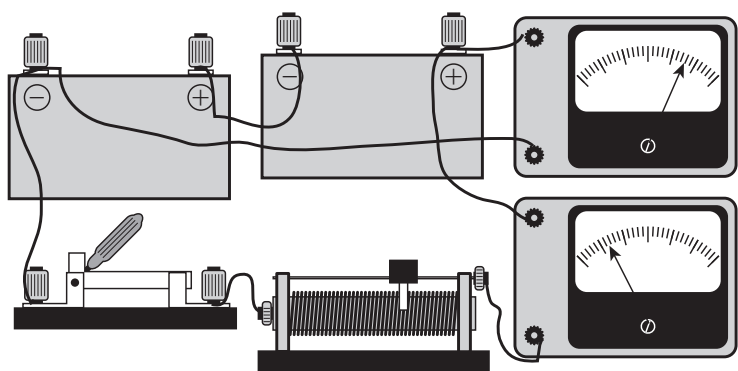
6.25. Зобразіть у зошиті схеми електричних кіл, які представлені на рисунку.



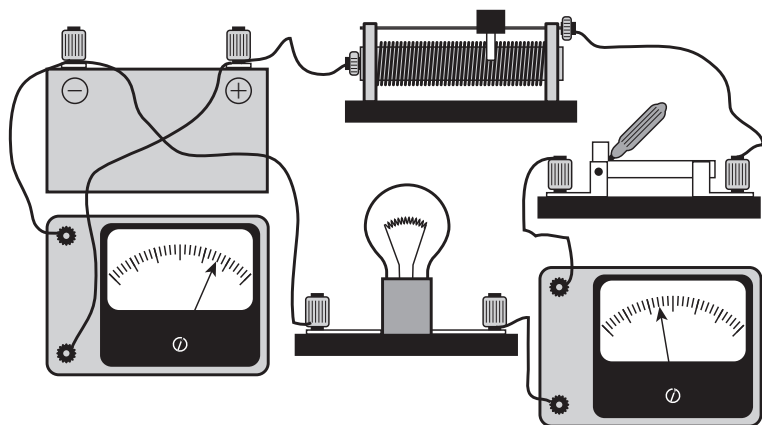
a



б



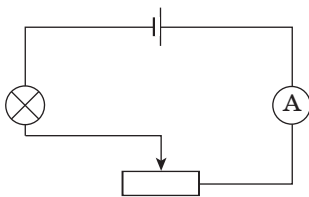
в



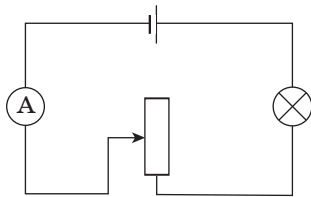
г

До задачі 6.25

- ? 6.26.** В електричне коло включений реостат (див. рисунок). Як будуть змінюватися показання амперметра під час пересування повзунка реостата вправо?



До задачі 6.26



До задачі 6.27

- ? 6.27.** Як зміняться показання амперметра, якщо повзунок реостата пересунути вниз (див. рисунок)?

2-й рівень складності

- ? 6.28.** Згідно із законом Ома для ділянки кола, $R = \frac{U}{I}$. Чи можна на цій підставі вважати, що опір даної ділянки кола прямо пропорційний напрузі на цій ділянці й обернено пропорційний силі струму в ній?
- ? 6.29.** Згідно із законом Ома для ділянки кола, сила струму через ділянку прямо пропорційна напрузі на цій ділянці $I = \frac{1}{R} \cdot U$. Чи може бути, щоб при зміні напруги на ділянці кола сила струму залишалася незмінною?
- ? 6.30.** Для чого на цоколях електричних ламп завжди вказано напругу, на яку розраховано лампи?
- 6.31.** Два резистори мають опори 1,2 Ом та 3,2 Ом. Ці резистори по черзі підключають до джерела струму, напруга на полюсах якого може змінюватися в межах від 2,4 В до 9,6 В. Побудуйте графіки залежності сили струму через резистори від напруги на полюсах джерела?
- 6.32.** Сила струму через резистор опором 35 Ом змінюється від 0,1 А до 0,4 А. В яких межах змінюється напруга на резисторі? Побудуйте графік залежності сили струму від напруги.

6.33. Мідний дріт з площею поперечного перерізу $0,34 \text{ мм}^2$ замінюють залізним дротом такої самої довжини. Якою повинна бути площа поперечного перерізу залізного дроту, щоб його опір був таким же, як і в мідного?

6.34. У вимірювальному приладі платиновий провідок з площею поперечного перерізу $0,3 \text{ мм}^2$ замінюють на нікеліновий тієї ж довжини. Якою повинна бути площа перерізу нікелінового провідка, щоб прилад «не помітив» підміни?

6.35. Мідний дріт довжиною 120 м замінюють залізним дротом з такою ж площею поперечного перерізу. Якої довжини потрібно взяти залізний дріт, щоб його опір був таким же, як і в мідного?

6.36. Під час ремонту нагрівального елемента електричної праски нікеліновий дріт довжиною 250 м замінили на ніхромовий дріт з такою ж площею поперечного перерізу. Якої довжини потрібно взяти ніхромовий дріт, щоб праска працювала після ремонту так же, як і до ремонту?

6.37. Якої довжини потрібно взяти ніхромовий дріт з площею поперечного перерізу $0,5 \text{ мм}^2$, щоб виготовити з нього резистор опором $2,2 \text{ кОм}$?

6.38. Якою має бути довжина константанової проволочки з площею перерізу $0,2 \text{ мм}^2$, щоб з неї можна було виготовити нагрівний елемент опором 500 Ом ?

6.39. Мідний дріт довжиною 250 м має опір $0,68 \text{ Ом}$. Якою є площа поперечного перерізу дроту?

6.40. Для виготовлення нагрівного елемента електричного чайника було використано ніхромовий дріт довжиною 200 м. Якою є площа поперечного перерізу дроту, якщо опір нагрівного елемента чайника складає 22 Ом ?

6.41. Який опір має відрізок алюмінієвого дроту довжиною $1962,5 \text{ м}$, якщо радіус перерізу проволочки становить $2,5 \text{ мм}$?

6.42. Спираль електроплитки виготовили з ніхромового дроту довжиною 24 м і діаметром перерізу $0,4 \text{ мм}$. Який опір має спіраль?

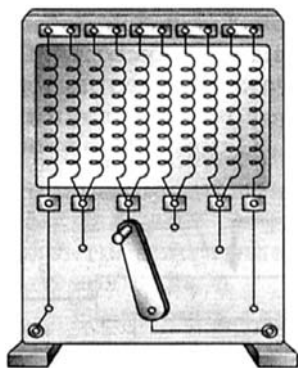
6.43. Який питомий опір має матеріал проволони з площею перерізу $0,4 \text{ мм}^2$, якщо 150 м цієї проволони мають опір 90 Ом ?

6.44. До джерела з напругою 24 В підключено реостат з максимальним опором 240 Ом . Побудуйте графік залежності сили струму через реостат залежно від його опору.

6.45. До реостата прикладено постійну напругу 48 В . Побудуйте графік залежності сили струму через реостат від його опору, якщо мінімальна сила струму в колі становить 1 А .

? 6.46. Важільний реостат (див. рисунок) ввімкнено в електричне коло. В якому напрямку потрібно рухати перемикач реостата, щоб сила струму в колі зменшувалася?

? 6.47. Важільний реостат (див. рисунок) розрахований на максимальний опір 80 Ом . Чому дорівнює опір однієї спіралі? Яким є опір реостата при положенні перемикача, зображеного на рисунку?



До задач 6.46, 6.47

3-й рівень складності

6.48. У скільки разів відрізняються опори двох залізних дротів, якщо перший з них має у 4 рази більшу довжину і в 5 разів більшу площу поперечного перерізу, ніж другий?

6.49. Після протягування дроту через волочильний верстат його довжина збільшилася в 4 рази. Як змінився опір цього дроту?

6.50. Дріт, опір якого дорівнює 200 Ом , розрізали на 4 рівні частини і скрутили з них джгут. Який опір цього дротового джгута?

6.51. Згідно із стандартами, опір заземлення не повинен перевищувати $0,5 \text{ Ом}$. Чи можна для заземлення використовувати відрізок залізної водогінної труби

довжиною 2 м, зовнішнім діаметром 17 мм і товщиною стінок 2 мм?

? 6.52. Який із суцільних залізних стрижнів різного діаметра має більший електричний опір? Маса стрижнів однакові.

? 6.53. Два суцільних мідних стрижні мають однаковий опір, але різну довжину. Який зі стрижнів буде мати більшу масу?

? 6.54. Лінія електропередач повинна мати опір не більше певного значення. З міді чи алюмінію потрібно виготовити проводи для цієї лінії, щоб навантаження на опори лінії було меншим?

6.55. Двометровий мідний дріт з площею поперечного перерізу $0,1 \text{ мм}^2$ підключений до гальванічного елемента напругою 1,5 В. Струм якої сили йде через дріт?

6.56. Розрахуйте силу струму, що проходить через реостат, виготовлений з нікелінового дроту довжиною 40 м і площею поперечного перерізу 1 мм^2 , якщо напруга на затискачах реостата дорівнює 21 В.

6.57. Через залізний дріт довжиною 10 м йде струм 2 А. Яку напругу забезпечує джерело струму, до якого підключений цей дріт, якщо площа перерізу дроту складає $0,4 \text{ мм}^2$?

6.58. Якою є напруга на кінцях ніхромового провідника довжиною 140 м і площею поперечного перерізу 2 мм^2 , якщо сила струму 2 А?



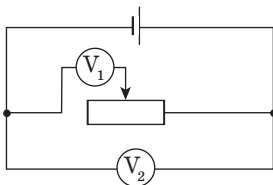
До задачі 6.59

6.59. Для виготовлення обмоток реостатів був використаний однаковий дріт (див. рисунок). Який із реостатів має більший опір, якщо діаметр керамічних циліндрів

реостатів, на яких намотаний дріт, та довжина намотки у першого реостата більші у 1,5 разу, ніж у другого?

6.60. Реостат якого опору було виготовлено з нікелінового проводу, якщо на керамічний циліндр діаметром 2 см було намотано впритул один до одного 150 витків проводу? Довжина намотка склала 15 см.

? **6.61.** Показання першого й другого вольтметрів (див. рисунок) дорівнюють 4 й 8 В відповідно. Як будуть змінюватися показання приладів, якщо повзунок реостата пересувати вліво? Напруга на полюсах джерела струму під час досліду не змінюється.



Задачі для допитливих

6.62. Опір мідного дроту для електрифікації залізничного полотна дорівнює 1,7 Ом, а маса складає 89 кг. Якої довжини ділянку залізничного полотна можна електрифікувати цим дротом?

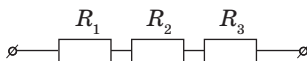
? **6.63.** Як за допомогою вимірювальних приладів визначити довжину мідного дроту, який сплутаний у клубок? Які прилади для цього знадобляться? Поверхня дроту вкрита тонким шаром непровідного лаку. Кінці дроту стирчать з клубка.

7. Послідовне з'єднання провідників

Приклад розв'язання задачі

Задача. Ділянка кола містить три резистори, які з'єднані послідовно (див. рисунок). Сила струму через перший резистор становить 0,5 А, напруга на другому резисторі — 6 В, загальна напруга на ділянці кола — 23 В. Обчисліть загальний опір ділянки

кола і опори кожного з резисторів, якщо відомо, що опір третього резистора більший за опір першого у 3 рази.



Дано:

$$I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$U_2 = 6 \text{ В}$$

$$U = 24 \text{ В}$$

$$R_3 = 3R_1$$

$$R_1, R_2, R_3 — ?$$

Розв'язання

Загальний опір ділянки кола можна обчислити за законом Ома:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24}{0,5} = 48 \text{ (Ом)}$$

Оскільки резистори з'єднані послідовно, загальна сила струму дорівнює силі струму в кожному резисторі:

$$I = I_1 = I_2 = I_3.$$

Тоді опір другого резистора:

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{6}{0,5} = 12 \text{ (Ом)}.$$

Також загальний опір ділянки:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Враховуючи, що $R_3 = 3R_1$, отримуємо:

$$R = R_1 + R_2 + 3R_1 \Rightarrow R_1 = \frac{R - R_2}{4} = \frac{48 - 12}{4} = 9 \text{ (Ом)}.$$

Остаточно

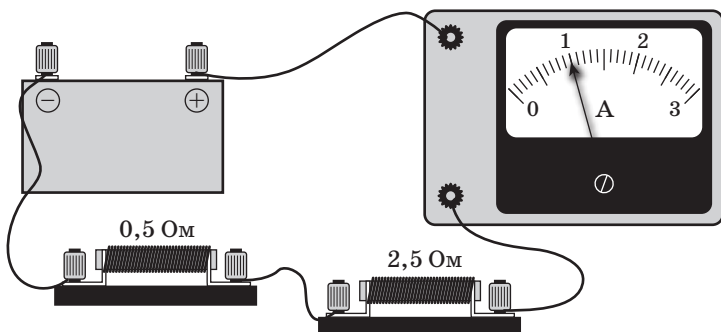
$$R_3 = 3R_1 = 27 \text{ (Ом)}.$$

Відповідь: $R = 48 \text{ Ом}$, $R_1 = 9 \text{ Ом}$, $R_2 = 12 \text{ Ом}$, $R_3 = 27 \text{ Ом}$.

1-й рівень складності

? 7.1. Чому розжарення лампи, яку підключено до джерела живлення довгими дротами, зменшується в міру зростання довжини дротів?

7.2. Під час виконання досліду учень склав електричне коло і за допомогою амперметра виміряв силу струму (див. рисунок). Визначте за даними досліду напругу джерела струму.

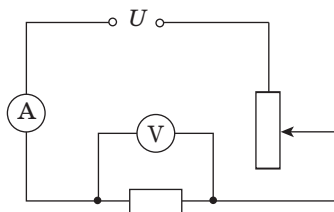


До задач 7.2, 7.3

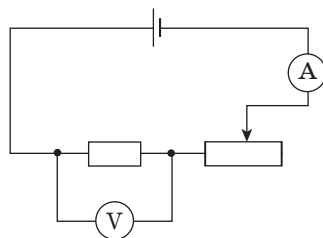
- 7.3.** Під час виконання дослідів учень склав електричне коло і за допомогою амперметра виміряв силу струму (див. рисунок). Визначте за даними дослідів напругу на першому резисторі.
- 7.4.** Ділянка кола складається з двох резисторів 100 і 300 Ом, які ввімкнені послідовно. Яка напруга діє на ділянці кола, якщо через перший резистор протікає струм 24 мА?
- ? 7.5.** Послідовно з ниткою розжарення лампи опором 7,8 Ом ввімкнений резистор, опір якого 2,2 Ом. Визначте їх загальний опір.
- ? 7.6.** Лампу опором 4,22 Ом і резистор опором 1,58 Ом з'єднано послідовно. Визначте їх загальний опір.
- ? 7.7.** Перший резистор опором 2,5 Ом з'єднаний послідовно з другим резистором. Їх загальний опір складає 7 Ом. Визначте опір другого резистора.
- ? 7.8.** З резистором якого опору потрібно послідовно з'єднати лампочку опором 6 Ом від кишенькового ліхтарика для того, щоб загальний опір їх з'єднання був 9,5 Ом?

2-й рівень складності

- ? 7.9.** Як зміняться показання вимірювальних приладів (див. рисунок) у разі переміщення повзунка реостата вниз; угору?



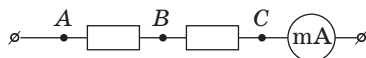
До задачі 7.9



До задачі 7.10

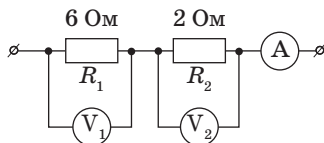
7.10. Як зміняться показання амперметра й вольтметра (див. рисунок), якщо повзунок реостата перемістити із крайнього правого положення в крайнє ліве?

7.11. Коло складається з двох послідовно з'єднаних резисторів опорами 12 Ом і 4 Ом відповідно (див. рисунок). Міліамперметр показує силу струму в колі 8 мА. Якими будуть показання вольтметрів, які підключено між точками AB , BC і AC ?

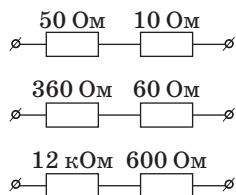


7.12. Перший вольтметр (див. рисунок) показує напругу 18 В. Що показують амперметр й другий вольтметр?

7.13. У скільки разів напруга на першому резисторі більше, ніж на другому, у кожній ділянці кола (див. рисунок)?



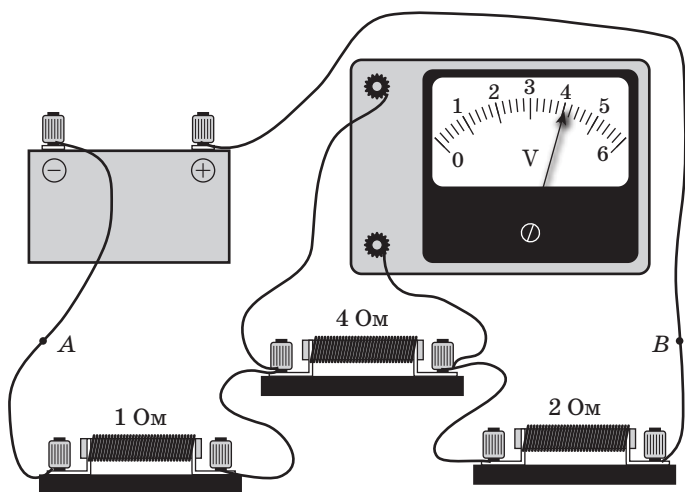
До задачі 7.12



До задачі 7.13

7.14. До полюсів джерела струму приєднані послідовно два дроти однакових розмірів — алюмінієвий та нікеліновий. На кінцях якого дроту вольтметр покаже більшу напругу? У скільки разів більшу?

7.15. Під час виконання досліду учень склав електричне коло (див. рисунок). Яка сила струму тече в колі?

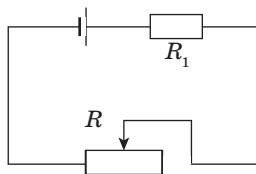


До задач 7.15 — 7.17

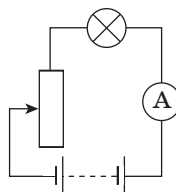
7.16. Під час виконання досліду учень склав електричне коло (див. рисунок). Чому дорівнює напруга на резисторі $2\ \Omega$?

7.17. Під час виконання досліду учень склав електричне коло (див. рисунок). Чому дорівнює напруга між точками AB .

7.18. У яких межах можна міняти опір у колі (див. рисунок), якщо максимальний опір реостата R становить $200\ \Omega$? Опір резистора R_1 дорівнює $50\ \Omega$.



До задачі 7.18

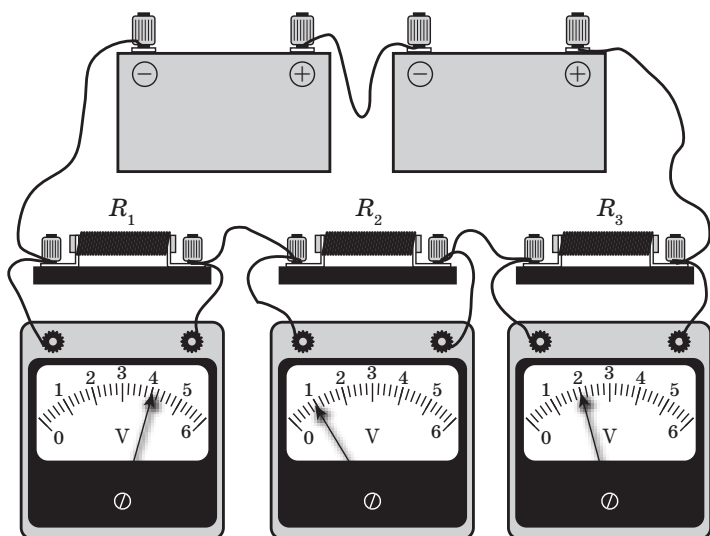


До задачі 7.19

7.19. Лампочка від кишенькового ліхтарика з опором $3\ \Omega$ підключена до батареї гальванічних елементів напругою $9\ \text{В}$ через реостат (див. рисунок). Визначте опір реостата, якщо лампочка, розрахована на напругу $5,1\ \text{В}$, працює в нормальному режимі?

3-й рівень складності

- 7.20.** Виконуючи дослід, учень склав електричне коло (див. рисунок). Яким є опір резистора R_1 , якщо опір резистора R_2 дорівнює 10 Ом?



До задач 7.20, 7.21, 7.22

- 7.21.** Виконуючи дослід, учень склав електричне коло (див. рисунок). Яка сила струму тече через джерело, якщо опір резистора R_1 дорівнює 80 Ом?

- 7.22.** Виконуючи дослід, учень склав електричне коло (див. рисунок). Яким є опір резистора R_2 , якщо через резистор R_3 тече струм 500 мА?

- 7.23.** До мережі напругою 220 В потрібно підключити лампочку опором 54 Ом, розраховану на напругу 36 В. У вашому розпорядженні є реостат з максимальним опором 400 Ом. Нарисуйте в зошиті можливу схему підключення лампочки й визначте опір реостата.

- 7.24.** Для обмеження сили струму через обмотку електричного нагрівника до нього підключили резистор опором 4 Ом. Накресліть схему електричного кола і визначте опір нагрівника, якщо через резистор йде струм 2 А, а напруга в мережі становить 24 В.

- 7.25.** Ялинкова гірлянда складається з однакових лампочок, розрахованих на напругу 5,5 В кожна. Яка мінімальна кількість лампочок знадобиться і як їх потрібно з'єднати, щоб гірлянду можна було підключати до мережі 220 В?

8. Паралельне з'єднання провідників

Приклад розв'язання задачі

Задача. Ділянку кола, що складається з двох резисторів, які між собою з'єднані паралельно, підключили до джерела струму. Сила струму через перший резистор дорівнює 400 мА, через другий — 1,2 А. Загальний опір ділянки кола становить 7,5 Ом. Чому дорівнює опір кожного резистора? Яку напругу на цій ділянці забезпечує джерело струму?

Дано:

$$I_1 = 400 \text{ мА} = 0,4 \text{ А}$$

$$I_2 = 1,2 \text{ А}$$

$$R = 7,5 \text{ Ом}$$

$$I = 0,8 \text{ А}$$

$$R_1, R_2 — ?$$

$$U — ?$$

Розв'язання

При паралельному з'єднанні двох резисторів:

$$I = I_1 + I_2 = 0,4 + 1,2 = 1,6 \text{ А.}$$

Згідно із законом Ома,

$$U = IR = 1,6 \text{ А} \cdot 7,5 \text{ Ом} = 12 \text{ В.}$$

Також для паралельно з'єднаних провідників маємо:

$$U = U_1 = U_2.$$

Тобто напруга та сила струму на кожному резисторі відома.

Використаємо тепер закон Ома для обчислення опорів:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{U}{I_1} = \frac{12 \text{ В}}{0,4 \text{ А}} = 30 \text{ Ом},$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{U}{I_2} = \frac{12 \text{ В}}{1,2 \text{ А}} = 10 \text{ Ом}.$$

Відповідь: $R_1 = 30 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$, $U = 12 \text{ В}$.

1-й рівень складності

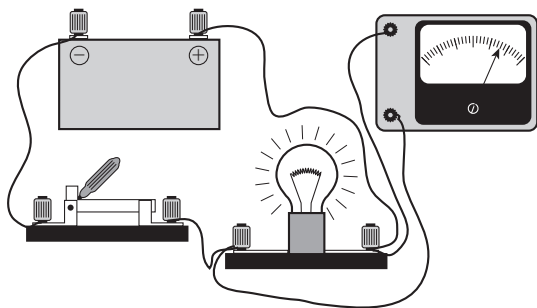
?

8.1.

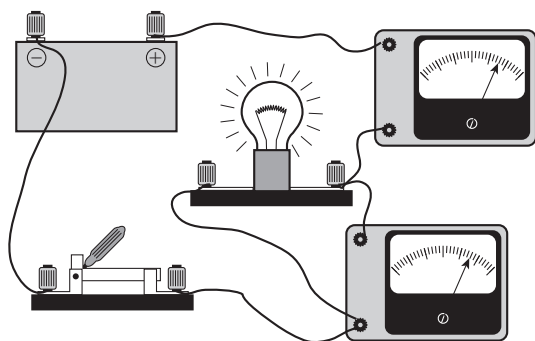
Чому електричні прилади у квартирах підключені до електричної мережі паралельно?

8.2. Як потрібно підключити лампочки, розраховані на напругу 220 В, до мережі 220 В? Як вплине перегорання однієї лампочки на роботу інших?

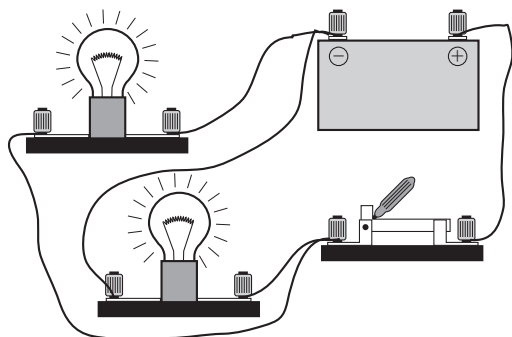
8.3. Накресліть у зошиті схеми електричних кіл, що представлені на рисунку.



a



б



в

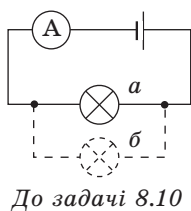
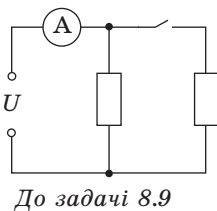
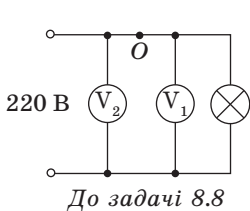
8.4. Накресліть у зошиті схему електричного кола, в якому дві лампочки живляться від джерела струму і кожна вмикається своїм вимикачем.

8.5. Накресліть у зошиті схему електричного кола, що складається із джерела струму; трьох ламп, ввімкнених паралельно; амперметрів, що вимірюють силу струму в кожній лампі й у всьому колі; і вимикача, загального для всього кола.

? **8.6.** Чому вимикачі, через які підключаються люстри з великою кількістю потужних ламп, зазвичай нагріваються і швидко виходять із ладу?

? **8.7.** Сила струму, що йде через лампочку розжарення, невелика: близько 0,5 А. Чому ж проводи, по яких струм живить люстру з п'ятьма лампочками, повинен бути розрахований на значно більшу силу струму?

? **8.8.** Порівняйте показання вольтметрів до і після розриву кола в точці *O* (див. рисунок).



? **8.9.** Порівняйте показання амперметра до і після замикання ключа (див. рисунок).

? **8.10.** Порівняйте показання амперметра до і після додавання ще однієї лампочки у коло (див. рисунок).

? **8.11.** Як зміниться опір ділянки кола, якщо паралельно до неї підключити резистор?

? **8.12.** Два однакових резистори підключені паралельно. Який опір цього з'єднання?

? **8.13.** До резистора опором 90 Ом, який підключений до гальванічного елемента, паралельно під'єднали резистор опором 30 Ом. Через який резистор протікає більший струм? у скільки разів більший?

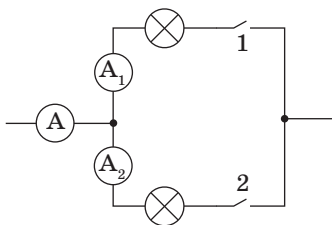
8.14. Два резистори підключені паралельно. Через перший резистор протікає в чотири рази більший струм, ніж через другий резистор. Опір якого резистора більший? у скільки разів?

8.15. Резистори опором 180 Ом та 60 Ом підключені паралельно. Чому дорівнює їх загальний опір?

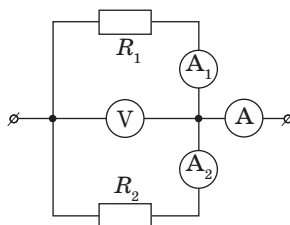
8.16. Два резистори 120 Ом та 80 Ом підключені паралельно. Який опір цього з'єднання?

2-й рівень складності

8.17. У коло (див. рисунок) ввімкнені дві однакові лампи. Якщо ключі 1 і 2 замкнені, амперметр А показує силу струму 1,2 А. Що покаже амперметр А2, якщо послідовно розмикаєти ключі 1 і 2?



До задачі 8.17



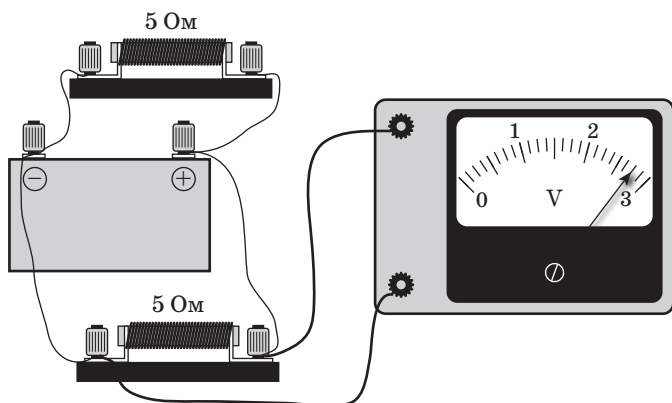
До задачі 8.18

8.18. Амперметр А (див. рисунок) показує силу струму 2,4 А за напруги 54 В. Опір резистора $R_1 = 90$ Ом. Визначте опір резистора R_2 і показання амперметрів А1 й А2.

8.19. Під час виконання лабораторної роботи учень за допомогою вольтметра визначив напругу на одному з резисторів, що складають електричне коло (див. рисунок). Визначте силу струму, що проходить через джерело.

8.20. До джерела струму 22,5 В підключені паралельно резистори опором 180 Ом та 60 Ом. Струм якої сили тече через джерело?

8.21. Ділянка кола складається з двох резисторів 120 і 180 Ом, які ввімкнені паралельно. Яка сила струму протікає через ділянку кола, якщо напруга на першому резисторі дорівнює 36 В?



До задачі 8.19

- 8.22.** Дві електричні лампи ввімкнені паралельно до мережі з напругою 48 В. Визначте силу струму в кожній лампі й у провідниках, що підводять струм до ламп, якщо опір однієї лампи 600 Ом, а інший 400 Ом?
- 8.23.** Два резистори, які між собою з'єднані паралельно, підключили до джерела струму з напругою 44 В. Сила струму через перший резистор дорівнює 200 мА, через другий — 1,8 А. Чому дорівнює загальний опір ділянки кола? Опір якого резистора більший? У скільки разів?
- 8.24.** Резистори з опорамі 500 Ом і 1,5 кОм з'єднані паралельно. Яка частина загального струму йде через другий резистор?
- 8.25.** Резистори з опорамі 400 Ом і 2,4 кОм з'єднані паралельно. Яка частина загального струму йде через перший резистор?
- ? 8.26.** Два дроти, залізний та мідний, однакової довжини та однакового діаметра підключені до полюсів джерела струму паралельно. По якому з них тече більший струм? у скільки разів?
- ? 8.27.** Ніхромовий та нікеліновий дроти однакових розмірів підключено паралельно до джерела струму. По якому з них тече менший струм? Яку частину він складає від загального струму через дроти?

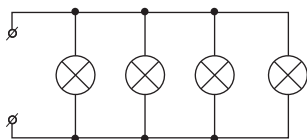
3-й рівень складності

8.28. Три резистори з опороми 4 Ом, 6 Ом та 8 Ом з'єднали паралельно та підключили до джерела струму. Резистором якого опору можна замінити ці три резистори? Яка сила струму буде протікати по кожному з резисторів, якщо напруга на полюсах джерела 2,4 В?

8.29. До джерела живлення паралельно підключені три однакових резистори. Як зміниться сила струму через джерело, якщо видалити з кола один резистор?

8.30. Визначте мінімальний опір, який можна отримати з трьох резисторів опороми 10 Ом, 20 Ом, 30 Ом.

8.31. Загальний опір чотирьох однакових ламп, ввімкнених так, як показано на рисунку, дорівнює 24 Ом. Чому дорівнює опір кожної лампи?



8.32. Мідний дріт опором 8 Ом розрізали навпіл, а отримані шматки з'єднали паралельно. Який опір було отримано?

8.33. Залізний дріт було розрізано на три однакових частини, які потім було з'єднано паралельно. Опір з'єданого таким чином дроту виявився 3 Ом. Яким був опір дроту до розрізання?

? 8.34. Ділянка кола складається з двох однакових резисторів, які підключені паралельно. У скільки разів зміниться опір цієї ділянки, якщо опір першого резистора вдвічі зменшити, а другого — вдвічі збільшити?

? 8.35. До гальванічного елемента паралельно один до одного підключено два залізних дроти однакового розміру. Як зміниться сила струму через гальванічний елемент, якщо один з дротів розрізати навпіл і за рахунок однієї з частин збільшити довжину другого дроту? Після маніпуляцій з дротами вони знов паралельно один до одного підключаються до гальванічного елемента.

8.36. Яким є опір вольтметра, якщо при підключенні його до лампочки сила струму в колі зростає на 2 мА? Вольтметр показує напругу 12 В.

8.37. На скільки відсотків зміниться сила струму в колі, якщо вольтметр внутрішнім опором 250 кОм підключають до резистора опором 20 Ом ?

8.38. Яким є опір вольтметра, якщо, підключивши його до резистора опором 10 кОм, загальний струм у колі змінюється на 5 відсотків?

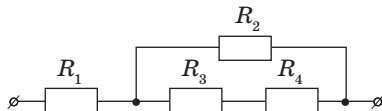
Задачі для допитливих

8.39. Однорідний дріт опором 360 Ом склали у кільце. У яких точках цього кільця потрібно до нього підключитися, щоб отримати опір 80 Ом?

9. Розрахунок електричних кіл

Приклад розв'язання задачі

Задача. Ділянку кола, яка складається з чотирьох резисторів (див. рисунок), підключено до джерела з напругою 40 В. Обчисліть силу струму через резистори R_1 та R_2 та напругу на резисторі R_3 . Опори резисторів дорівнюють $R_1 = 2,5$ Ом, $R_2 = R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 20$ Ом.



Дано:

$U = 40$ В
 $R_1 = 2,5$ Ом
 $R_2 = R_3 = 10$ Ом
 $R_4 = 20$ Ом

I_1, I_2 — ?
 U_3 — ?

Розв'язання

Через резистор R_1 тече такий самий струм, як і через всю ділянку, — $I_1 = I$.

Згідно із законом Ома,

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R}.$$

Обчислимо опір ділянки кола. Вона складається з двох частин (резистор R_1 та три резистори R_2, R_3, R_4), які між собою підключені послідовно. Тому $R = R_1 + R_{234}$.

Опір другої частини R_{234} легко обчислити: резистор R_2 підключений паралельно до резисторів R_3, R_4 , які, у свою чергу, підключені один до одного послідовно. Для R_{234} отримуємо:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \Rightarrow R_{234} = \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4}.$$

Остаточний опір ділянки кола:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 2,5 + \frac{10 \cdot 30}{40} = 10 \text{ (Ом)}.$$

Знайдемо силу струму через резистор R_1 :

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{40}{10} = 4 \text{ (А)}.$$

Через резистор R_2 тече сила струму, у стільки разів більша, ніж струм, що йде через резистори R_3 і R_4 . У скільки разів опір резистора R_2 менший за загальний опір резисторів R_3 і R_4 ?

$$\frac{I_2}{I_{34}} = \frac{R_3 + R_4}{R_2} = 3.$$

А сума цих струмів дорівнює струму через резистор R_1 :

$$I_2 + I_{34} = I_1 = 4 \text{ (А)}.$$

Тому $I_2 = 3 \text{ А}$, $I_3 = I_4 = 1 \text{ А}$. Звідси $U_3 = I_3 R_3 = 1 \cdot 10 = 10 \text{ (В)}$.

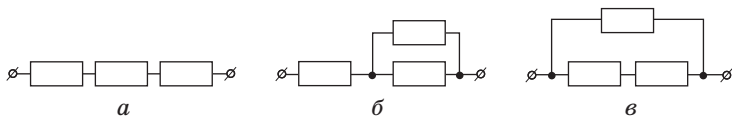
Відповідь: $I_1 = 4 \text{ А}$, $I_2 = 3 \text{ А}$, $U_3 = 10 \text{ В}$.

1-й рівень складності

- ? 9.1.** До двох послідовно з'єднаних резисторів додали послідовно ще один. Як змінився загальний опір?
- ? 9.2.** До двох паралельно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?
- ? 9.3.** До двох послідовно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?
- ? 9.4.** До одного з двох паралельно з'єднаних резисторів додали послідовно ще один. Як змінився загальний опір?
- ? 9.5.** До одного з двох послідовно з'єднаних резисторів додали паралельно ще один. Як змінився загальний опір?

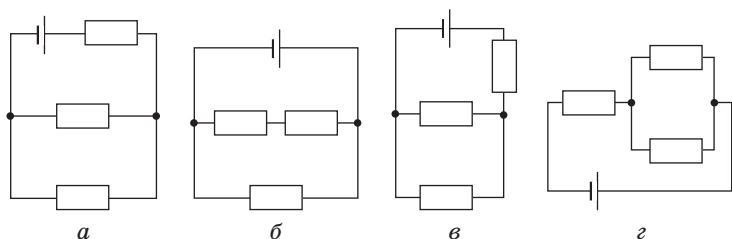
2-й рівень складності

- 9.6. Обчисліть опір ділянок електричних кіл, які зображено на рисунку. Опір кожного резистора становить 2 Ом.



?

- 9.7. До джерела струму підключили три однакових резистори. За якого з'єднання резисторів сила струму через джерело буде найбільшою?

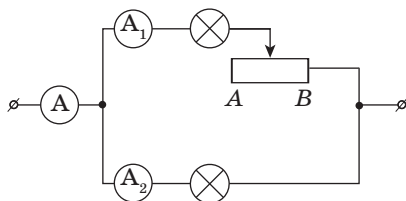


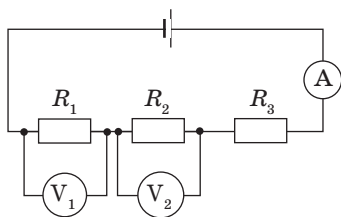
- 9.8. Визначте максимальний опір, який можна отримати з трьох резисторів опороми 2 Ом, 4 Ом, 6 Ом.

- 9.9. Запропонуйте, як з однакових резисторів опором в 5 Ом кожний отримати ділянку кола опором 12 Ом. Нарисуйте відповідну схему.

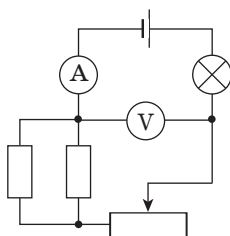
- 9.10. Скільки однакових резисторів по 4 Ом потрібно, щоб отримати опір 9 Ом? Нарисуйте відповідну схему.

- 9.11. У коло (див. рисунок) ввімкнені дві однакові лампи. При крайньому правому положенні повзунка реостата амперметр A_1 показує силу струму 0,5 А. Що показують амперметри А і A_2 ? Чи зміняться показання амперметрів в міру пересування повзунка вліво?





До задачі 9.17



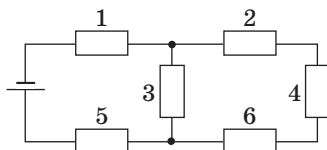
До задач 9.18, 9.19, 9.20

9.18. Як будуть змінюватися показання електровимірювальних приладів, якщо переміщати повзунок реостата вліво або вправо (див. рисунок)?

9.19. Якими будуть показання амперметра в електричному колі, схема якого показана на рисунку, якщо напруга джерела струму 33 В, опір лампочки 4 Ом, максимальний опір реостата 20 Ом, опір кожного з двох однакових резисторів 36 Ом? Повзунок реостата займає крайнє ліве положення.

9.20. Якими будуть показання вольтметра в електричному колі, схема якого показана на рисунку, якщо напруга джерела струму 24 В, опір лампочки 4 Ом, максимальний опір реостата 26 Ом, опір кожного з двох однакових резисторів 36 Ом? Повзунок реостата займає крайнє праве положення.

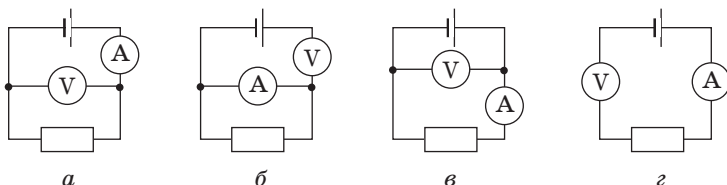
9.21. Знайдіть силу струму в кожному з резисторів (див. рисунок), якщо опір кожного з цих резисторів 120 Ом, а напруга джерела струму 33 В.



До задач 9.21, 9.22

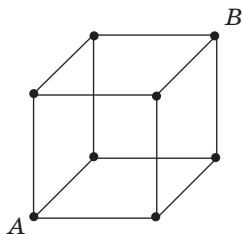
9.22. Знайдіть напругу на кожному з резисторів (див. рисунок), якщо опір кожного з цих резисторів 8 Ом, а напруга джерела струму 11 В.

- 9.23.** Яка зі схем дозволяє обчислити опір резистора якомога точніше? Амперметр та вольтметр реальні, тобто мають скінченні опори, опір резистора співрозмірний опору вольтметра. Відповідь обґрунтуйте.

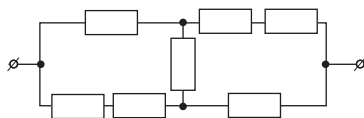


Задачі для допитливих

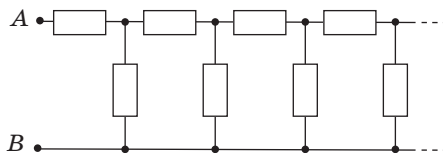
- 9.24.** З 12 однакових відрізків проводу зроблено каркас у вигляді куба (див. рисунок). Яким є опір цього каркаса між точками A і B , якщо опір кожного відрізка проводу дорівнює $6\ \text{Ом}$?



До задачі 9.24



До задачі 9.25



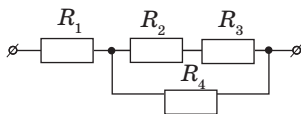
До задачі 9.26

- 9.25.** Чому дорівнює загальний опір кола, схема якого зображена на рисунку? Опір кожного резистора становить $4\ \text{Ом}$.
- 9.26.** Чому дорівнює загальний опір кола між точками A і B , яке складається з нескінченної кількості однакових ділянок (див. рисунок)? Опір кожного резистора становить $2\ \text{Ом}$.

10. Робота та потужність електричного струму

Приклад розв'язання задачі

Задача. Ділянку кола, яка складається з чотирьох резисторів (див. рисунок), підключено до джерела з напругою $U = 200$ В. Обчисліть загальну потужність струму у всій ділянці кола і потужність струму в резисторах R_2 та R_4 . Яку масу води можна нагріти на 10°C за рахунок кількості теплоти, що виділиться за 7 хв у резисторі R_1 ? Опори резисторів дорівнюють $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = R_3 = 25$ Ом, $R_4 = 75$ Ом.



Дано:

$$U = 200 \text{ В}$$

$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = R_3 = 25 \text{ Ом}$$

$$R_4 = 75 \text{ Ом}$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

$$\tau = 7 \text{ хв} = 420 \text{ с}$$

$$P - ?$$

$$P_2 - ?$$

$$P_4 - ? \quad m - ?$$

Розв'язання

Повний опір ділянки кола:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 20 + \frac{50 \cdot 75}{125} = 50 \text{ (Ом)}.$$

Потужність струму у всій ділянці кола:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{(200 \text{ В})^2}{50 \text{ Ом}} = 800 \text{ Вт}.$$

Сила струму у резисторах R_1 , R_2 , R_4 :

$$I_1 = I = \frac{U}{R} = \frac{200}{50} = 4 \text{ (А)}.$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{I_{23}}{I_4} &= \frac{R_4}{R_2 + R_3} = 1,5 \\ I_{23} + I_4 &= I_1 = 4 \text{ А} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_{23} = 2,4 \text{ А}; \quad I_4 = 1,6 \text{ А}.$$

Потужність струму в резисторах R_2 і R_4 :

$$P_2 = I_{23}^2 R_2 = (2,4 \text{ А})^2 \cdot 25 \text{ Ом} = 144 \text{ Вт}$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = (1,6 \text{ А})^2 \cdot 75 \text{ Ом} = 192 \text{ Вт}.$$

Обчислимо масу води :

$$Q = cm\Delta t; \quad A_1 = I_1^2 R_1 \tau; \quad Q = A_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{I_1^2 R_1 \tau}{c \Delta t} = \frac{(4 \text{ А})^2 \cdot 20 \text{ Ом} \cdot 300 \text{ с}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}} = 3,2 \text{ кг}.$$

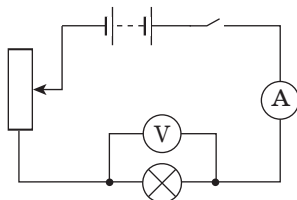
Відповідь: $P = 800$ Вт, $P_2 = 144$ Вт, $P_4 = 192$ Вт, $m = 3,2$ кг.

1-й рівень складності

? 10.1. В якому випадку робота, яку виконує на ділянці кола електричний струм певної сили, зростатиме: а) якщо зменшувати напругу на ділянці кола; б) якщо збільшувати напругу?

? 10.2. За незмінної напруги на ділянці кола було зменшено її опір. Зросла чи зменшилася робота, яку виконує струм за певний час?

? 10.3. Як буде змінюватися споживана лампою електроенергія, якщо повзунок реостата перемістити угору; униз?



? 10.4. Спираль електроплитки дуже сильно нагрівається під час проходження по ній електричного струму. Чому ж дроти, якими електроплитка підключена до джерела струму, нагріваються значно менше?

? 10.5. Чому у квартирних лічильниках електричної енергії вмонтовано запобіжники, які не дозволяють зростати силі струму через лічильник вище від певної границі?

? 10.6. Чому зростання споживання електроенергії електричними приладами у квартирі вище від певної границі може призвести до розплавлення ізоляції на з'єднувальних проводах і, як наслідок, до пожежі?

? 10.7. Чому для плавких запобіжників не використовують залізний дріт замість свинцевого?

? 10.8. Чому у плавкому запобіжнику використовують дріт набагато тонший, ніж у проводах, що з'єднують джерело струму та споживачів електроенергії?

? 10.9. Ялинкова гірлянда складається з певної кількості однакових лампочок, які з'єднані послідовно. Як зміниться потужність, що споживається гірляндою, якщо до неї послідовно додати ще декілька лампочок?

- ? 10.10.** Як зміниться потужність електричного струму, що споживає спіраль електроплитки, якщо після ремонту спіраль трохи скоротили?
- 10.11.** Скільки енергії споживає електрична плитка щосекунди за напруги 220 В, якщо сила струму в її спіралі становить 6 А?
- 10.12.** Яку роботу щосекунди виконує двигун електродриля, якщо за напруги 220 В сила струму дорівнює 4 А?
- 10.13.** Яку роботу виконує струм в електродвигуні підйомника за 20 с, якщо за напруги 380 В сила струму у двигуні дорівнює 25 А?
- 10.14.** Скільки енергії споживає електричний чайник за 5 хв, якщо сила струму в ньому 1,5 А? Чайник підключено до мережі напругою 220 В.
- 10.15.** Опір електричного чайника 22 Ом. Напруга, за якої він працює, 220 В. Визначте потужність струму, яку споживає чайник.
- 10.16.** Яку потужність споживає лампа розжарення, нитка якої в робочому стані має опір 6 Ом? Лампа працює від акумулятора напругою 12 В.
- 10.17.** На цоколі лампи розжарення написано: «48 В, 96 Вт». Яка сила струму повинна протікати через нитку розжарення лампи, щоб вона працювала за номінальної потужності?
- 10.18.** Яку потужність має електричний струм в автомобільній лампі, якщо напруга в бортовій мережі автомобіля 14,4 В, а сила струму через лампу досягає 7,5 А?
- 10.19.** Опір електричного нагрівника становить 11 Ом. До мережі якої напруги потрібно підключити нагрівник, щоб потужність електричного струму в ньому була 4,4 кВт?
- 10.20.** Електричний паяльник, який розрахований на потужність 80 Вт, у робочому стані має опір 605 Ом. При підключенні до джерела струму якої напруги паяльник матиме номінальну потужність?

2-й рівень складності

10.21. За напруги 37,5 В за 4 хв електричний двигун виконує роботу 900 Дж. Визначте силу струму, який тече через двигун.

10.22. Для виконання роботи 14,4 кДж електродвигун насоса працював 2 хв. Яка сила струму протікала по про-
водах, якими насос був підключений до джерела стру-
му, якщо напруга джерела становить 12 В?

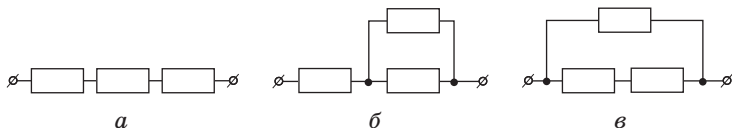
10.23. Яким є питомий опір матеріалу, з якого виготовлена спіраль нагрівального елемента потужністю 2200 Вт? Довжина спіралі 11 м, поперечний переріз — 0,21 мм², напруга в мережі 220 В.

10.24. Яким є питомий опір матеріалу, з якого виготовлена спіраль нагрівального елемента потужністю 1100 Вт? Довжина спіралі 24 м, поперечний переріз — 0,12 мм², сила струму в спіралі 5 А.

10.25. Резистори 50 і 10 Ом з'єднали послідовно й підключи-
ли до джерела струму. Чи однакові потужності струму
в резисторах? Якщо ні, то в якому більша? У скільки
разів?

10.26. Резистори 400 і 800 Ом з'єднали паралельно і підклю-
чили до джерела струму. Чи однакові потужності стру-
му в резисторах? Якщо ні, то у якому більша? У скіль-
ки разів?

10.27. До джерела струму з напругою 4,5 В підключили три
однакових резистори по 1 Ом кожний (див. рисунок).
Визначте загальні потужності, які споживають резис-
тори в кожному варіанті з'єднання.



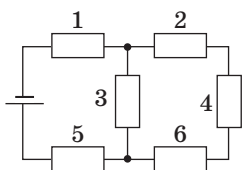
10.28. Ділянка електричного кола (див. рисунок) складається
з однакових резисторів опором 6 Ом кожний. Яку по-
тужність споживатиме ділянка, якщо її підключити до
джерела з напругою 33 В?

10.29. Невеликий дизель-генератор потужністю 40 кВт живить електричною енергією поселення полярників. Скільки 200 Вт лампочок можна використати для освітлення поселення, якщо на потреби освітлення можна використовувати не більше 12 % електроенергії, що видає генератор?

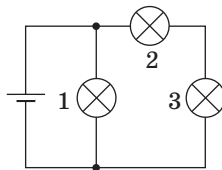
10.30. У цеху одночасно працює 15 верстатів, електрична потужність кожного з яких становить 3 кВт. Яку потужність споживає цех взагалі, якщо, крім живлення верстатів, електроенергія витрачається ще на освітлення? На освітлення витрачається 10 % електроенергії, що споживається в цеху.

? 10.31. Послідовно одна до одної до мережі 200 В було підключено дві лампочки, на цоколі яких написано: «220 В, 120 Вт» і «220 В, 60 Вт». Яка з цих лампочок буде світити яскравіше? Відповідь обґрунтуйте.

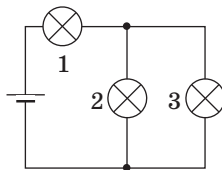
10.32. Визначте напругу на кожній лампочці (см. умову попередньої задачі).



До задачі 10.28



До задачі 10.33



До задачі 10.34

? 10.33. До джерела струму підключили ділянку кола, яка складається з трьох однакових електричних лампочок (див. рисунок). Порівняйте накал лампочок. Відповідь обґрунтуйте.

? 10.34. До джерела струму підключили ділянку кола, яка складається з трьох однакових електричних лампочок (див. рисунок). Порівняйте накал лампочок. Відповідь обґрунтуйте.

10.35. У люстру було вставлено дві лампочки 60 Вт і 120 Вт, які розраховані на напругу 220 В. По якій з лампочок тече більший струм під час роботи люстри? У скільки разів більший?

3-й рівень складності

- ? 10.36.** У якому випадку під час свердлення отворів за допомогою електродриля витрати електроенергії стають більшими: якщо використовується заточене або затуплене свердло? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 10.37.** Два однакових тролейбуси рухаються однаковий час по горизонтальній дорозі. Швидкість першого більша за швидкість другого. Який із тролейбусів витратить більше електроенергії? Залежністю сили опору руху від швидкості знехтуйте.
- 10.38.** Потяг метрополітену живиться від мережі напругою 825 В. Якою є сила струму в обмотках електродвигунів потягу, якщо швидкість його руху 54 км/год? Маса потяга 22 т, коефіцієнт опору руху 0,06. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 10.39.** З якою швидкістю рухається тролейбус, якщо сила струму в обмотках його двигуна становить 400 А, напруга контактної мережі 550 В? Маса тролейбуса 11 т, коефіцієнт опору руху 0,1.
- 10.40.** Яку роботу виконує двигун електричного міксера за 2 хв, якщо за напруги 220 В сила струму в обмотці двигуна дорівнює 0,5 А? ККД двигуна становить 76 %.
- 10.41.** Двигун кондиціонера споживає силу струму 5 А від мережі напругою 220 В. Яку роботу виконує двигун за 10 хв, якщо його ККД дорівнює 90 %?
- 10.42.** Двигун ліфта працює від мережі 220 В. Його ККД становить 80 %. Яку силу струму споживає двигун ліфта за умови рівномірного підйому кабіни масою 500 кг зі швидкістю 2 м/с? Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 10.43.** Напруга мережі, від якої працює електродвигун підйомного крану, дорівнює 380 В. Двигун споживає силу струму 39,5 А. Визначте ККД підйомного крану, якщо елемент будівельної конструкції масою 2 т кран піднімає на висоту 25 м за 44,4 с. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 10.44.** В електричному чайнику за 10 хв можна нагріти 0,2 л води на 10 °С. Скільки води можна нагріти на ті самі

10 °C за ті самі 10 хв у цьому чайнику, якщо збільшити напругу в мережі удвічі? Залежність опору нагрівача чайнику від температури не враховуйте. Тепловими втратами знехтуйте.

10.45. В електричному чайнику за 10 хв можна нагріти 1 л води на 10 °C. Скільки води можна нагріти на ті самі 10 °C за ті самі 10 хв у двох таких же електричних чайниках, які увімкнено до мережі послідовно? Залежність опору нагрівачів чайників від температури не враховуйте, напруга в мережі в першому й у другому випадках однакова. Тепловими втратами знехтуйте.

10.46. Визначте довжину ніхромового дроту з площею перерізу 0,25 мм², з якого виготовлено нагрівник електричного чайника. Чайник живиться від мережі напругою 220 В і нагріває 1,5 л води від 25 °C до 100 °C за 5 хв. ККД чайника складає 50 %.

10.47. Яку масу води можна нагріти від 25 °C до 75 °C за 2 хв 40 с електричним нагрівачем, ККД якого становить 75 %? Нагрівач виготовлено з 11 м нікелінового дроту з площею перерізу 0,5 мм², живиться нагрівач від мережі 220 В.

Задачі для допитливих

10.48. У вашому розпорядженні є достатня кількість електричних лампочок, на цоколі яких написано «36 В, 72 Вт». Скільки потрібно взяти лампочок і як їх потрібно з'єднати, щоби при підключенні до джерела живлення 120 В дротами із опором 2 Ом отримати на лампочках максимальну загальну потужність струму?

10.49. Електрична плитка має дві спіралі і перемикач, який може залишати увімкнутою або тільки одну спіраль, або з'єднувати їх послідовно чи паралельно. Якщо увімкнута перша спіраль, то повна каструля з водою закипає за 4 хв, якщо увімкнута друга спіраль — повна каструля закипає за 12 хв. За скільки хвилин закипить повна каструля з водою, якщо будуть увімкнуті дві спіралі?

10.50. Визначте час, за який розплавиться запобіжник, виготовлений зі свинцевого дроту діаметром 0,2 мм, якщо

максимальний струм, на який розрахований запобіжник, становить 10 А. Вважайте, що на нагрівання та плавлення запобіжника витрачається все тепло, що виділяється під час протікання струму. Початкова температура запобіжника становить 27 °С.

11. Електричний струм у різних середовищах

Приклад розв'язання задачі

Задача. Під час електролізу сталеву деталь площею поверхні 800 см² було вкрито шаром нікелю товщиною 54 мкм. За якої сили струму проходив процес, якщо електроліз триває 4 год?

Дано:

$$S = 800 \text{ см}^2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$d = 54 \text{ мкм} = 5,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

$$t = 4 \text{ год} = 1,44 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$k = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$$

$$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

I — ?

Розв'язання

Під час електролізу маса речовини, що виділяється з розчину, дорівнює $m = kIt$. З іншого боку, $m = \rho V = \rho dS$.

Звідси:

$$I = \frac{\rho dS}{kt}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[I] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = \text{А}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$I = \frac{8,9 \cdot 10^3 \cdot 5,4 \cdot 10^{-5} \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 1,44 \cdot 10^4} = 8,9 \text{ (А)}.$$

Відповідь: $I = 8,9 \text{ А}$.

1-й рівень складності

- ?** 11.1. Які частинки є вільними носіями заряду в металах?
- ?** 11.2. Як рухаються вільні носії заряду в металах за відсутності електричного поля?
- ?** 11.3. Як залежить електричний опір металевого провідника від його температури?

- ? 11.4.** Що є вільними носіями зарядів у розчинах електролітів (солей, кислот і лугів)?
- ? 11.5.** Як змінюється кількість вільних носіїв зарядів в електролітах при зростанні температури?
- 11.6.** Електроліз у розчині з сіллю нікелю тривав протягом 40 хв. Яка маса нікелю виділилася на катоді, якщо сила струму, за якого проходив електроліз, весь час була 1,5 А?
- 11.7.** Скільки срібла осіло на катоді електролізної установки, якщо процес електролізу тривав 10 хв, а сила струму складала 25 А?
- 11.8.** Через електролітичну ванну з розчином хлориду міді (CuCl) пройшов заряд 600 Кл. Скільки чистої міді було отримано під час електролізу?
- 11.9.** Яка маса заліза виділилася під час електролізу на катоді електролітичної ванни з розчином хлориду заліза (FeCl_3) під час проходження через ванну заряду 800 Кл?
- ? 11.10.** Наведіть приклади джерел світла, у яких використовуються розряд у газі?
- ? 11.11.** Прикладом якого газового розряду є блискавка?
- ? 11.12.** Як називається газовий розряд, завдяки якому у висковольтних електричних мережах зазнають втрат електроенергії?
- ? 11.13.** Який газовий розряд використовують як дуже потужне джерело тепла та світла?
- ? 11.14.** Як називається газовий розряд, що використовується в неоновій рекламі?
- ? 11.15.** Яку провідність має чистий германій?
- ? 11.16.** Що буде основним носієм вільних зарядів у кремнієвому кристалі після внесення туди донорної домішки?
- ? 11.17.** Якого типу провідності набуває чистий кремній, коли в нього вносять акцепторні домішки?

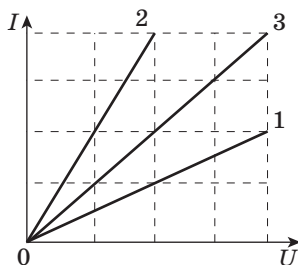
2-й рівень складності

- ? 11.18.** Чи є всередині металів електричне поле, коли по них йде електричний струм?
- ? 11.19.** Відомо, що електричний струм — впорядкований рух заряджених частинок. Чи означає це, що під час протікання електричного струму у металах електрони перестали брати участь у хаотичному русі?
- ? 11.20.** Метали й водянні розчини електролітів є провідниками електричного струму. Вкажіть відмінності у русі вільних носіїв зарядів під час протікання електричного струму через металевий провідник та розчин електроліту?
- ? 11.21.** Як залежить опір електролітичної ванни від температури?
- 11.22.** За якої сили струму проводився електроліз водяного розчину мідного купоросу, якщо за 15 хв на катоді виділилося 2 г міді?
- 11.23.** За 20 хв електролізу водного розчину цинкової сілі на катоді електролітичної ванни виділилося 4 г цинку. За якої сили струму проходив електроліз?
- 11.24.** За який час на катоді електролітичної ванни виділиться 40 г хрому, якщо електроліз проходить за сили струму 25 А?
- 11.25.** Маса катода, який був під час електролізу занурений в електролітичну ванну з розчином хлориду заліза (FeCl_3), збільшилася з 48 г до 51 г. Скільки часу тривав електроліз, якщо сила струму весь час була 2,5 А?
- 11.26.** Під час проведення лабораторної роботи з визначення електрохімічного еквівалента міді учень протягом 18 хв пропускав електричний струм 10 А через розчин мідного купоросу. За час досліду маса катода збільшилася від 40 г до 43,2 г. Яке значення електрохімічного еквівалента отримав учень?
- 11.27.** У процесі електролізу з водяного розчину хлориду заліза (FeCl_3) виділилося 560 мг заліза. Який заряд пройшов через електролітичну ванну?

- 11.28.** Який заряд пройшов через електролітичну ванну з розчином йодиду срібла, якщо на катоді виділилося 20 г металу?
- ? 11.29.** До зарядженого електроскопа піднесли запаленого сірника. Як поводитиметься стрілка електроскопа? Чому?
- ? 11.30.** Як вплине на коронний газовий розряд опромінення рентгенівськими променями повітря поблизу джерела розряду? Відповідь поясніть.
- ? 11.31.** Чому заряджений електроскоп дуже швидко розряджається, якщо поряд з ним працює рентгенівська трубка?
- ? 11.32.** Чому під час виробництва напівпровідникових матеріалів для електронної промисловості вживають безпрецедентних засобів забезпечення хімічної чистоти?
- ? 11.33.** Яку провідність має германій з домішками індію?
- ? 11.34.** Що буде основним носієм вільних зарядів в кремнієвому кристалі після внесення туди сурми як домішки?
- ? 11.35.** Яку провідність матиме кристал германію, якщо в нього внести як домішку невелику кількість миш'яку?

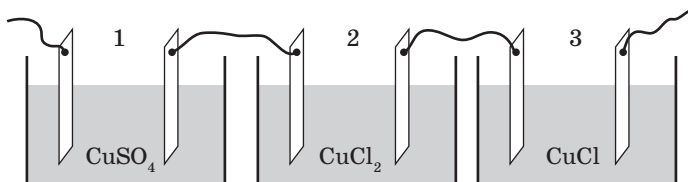
3-й рівень складності

- ? 11.36.** Порівняйте температури трьох залізних провідників однакових розмірів, вольт-амперні характеристики яких зображені на рисунку.



- ? 11.37.** Як правило, під час проведення електролізу, особливо в разі великих струмів, сила струму з часом зростає. Чому? Вважайте, що хімічний склад електроліту під час електролізу не змінювався.

- ? 11.38.** На рисунку зображені три електролітичні ванни. В якій ванні на катоді виділиться найбільша кількість міді?



- ? 11.39.** Для приготування розчинів електроліту в однакових об'ємах води розчинили різну кількість хлориду заліза. Цими розчинами заповнили однакові електролітичні ванни і з'єднали їх між собою. В якій ванні виділилося більше заліза під час електролізу? Чи залежить відповідь від того, як були з'єднані ванни? Температури ванн однакові.

11.40. Металеву деталь покривають шаром нікелю за допомогою електролізу протягом 5 год. Сила струму весь час електролізу становить 0,5 А, площа поверхні деталі складає 200 см^2 . Якої товщини осів на поверхні деталі шар нікелю?

11.41. За допомогою електролізу деталь покривають шаром хрому. Визначте товщину цього шару, якщо електроліз продовжується 2 год. Площа поверхні деталі 500 см^2 , сила струму через електролітичну ванну 10 А.

11.42. Визначте час, який потрібен для покриття сталеві деталі площею поверхні 400 см^2 шаром хрому завтовшки 36 мкм. Електроліз проходить за сили струму 16 А.

11.43. Скільки часу потрібно для нікелювання металевого виробу площею поверхні 120 см^2 , якщо товщина покриття повинна бути 0,03 мм? Сила струму під час електролізу дорівнює 0,5 А.

11.44. Під час електролізу виділилося 128 г міді (Cu^{2+}). Визначте витрачену енергію, якщо напруга на електролітичній ванні становила 5 В.

11.45. Обчисліть витрачену електроенергію на рафінування 2 т міді (Cu^{2+}), якщо напруга на електролітичній ванні становила 1,2 В.

11.46. Скільки на алюмінієвому заводі витрачається електроенергії на отримання кожної тонни алюмінію? Електроліз ведеться за напруги 850 В, а ККД установки 80 %.

11.47. Визначте заряд ($y \cdot 10^9$ Кл), який потрібно пропустити через водний розчин кислоти, щоб отримати кількість водню, якою можна було б заповнити аеростат об'ємом 520 м³. Густина водню 0,09 кг/м³.

? 11.48. У сучасній електроніці практично повністю перейшли на використання кристалічної сполуки — арсеніду галію як напівпровідникового матеріалу. Яку провідність має кристал арсеніду галію, якщо кількість атомів миш'яку та галію в ньому однакові? Як потрібно змінити кількість атомів цих речовин, щоб отримати напівпровідник *p*-типу? *n*-типу?

Задачі для допитливих

11.49. Набір металевих ложок вкривають шаром срібла в електролітичній ванні. З якою швидкістю зростає шар? Під час електролізу по проводах, що з'єднують ванну з джерелом струму, тече струм 20 А, площа поверхні, яка покривається сріблом, — 200 см².

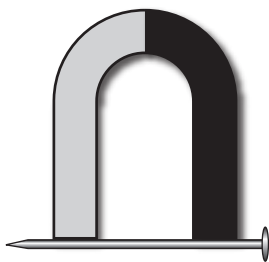
11.50. Аеростат заповнюють воднем, який виділяється під час проходження електричного струму через слабкий розчин кислоти. Який заряд потрібно пропустити через розчин кислоти, щоб одержати стільки водню, аби його було достатньо для здійснення польоту на аеростаті? Маса гондоли та оболонки аеростата 240 кг. Густина водню 0,09 кг/м³, густина повітря 1,29 кг/м³.

МАГНІТНЕ ПОЛЕ

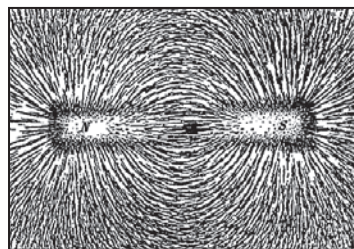
12. Постійні магніти. Магнітне поле Землі

1-й рівень складності

- ? 12.1.** Чому залізний цвях притягується одним кінцем до одного полюса дугоподібного магніту, а іншим кінцем — до іншого (див. рисунок)?



До задачі 12.1



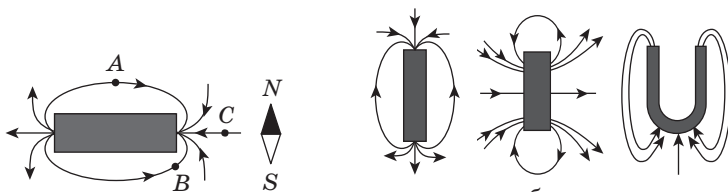
До задачі 12.2

- ? 12.2.** Чому залізні ошурки, які насипали на аркуш паперу, під яким розташований стрічковий магніт, дають таку картину (див. рисунок)?
- ? 12.3.** Як магнітна пробка, якою закривають отвір для злива мастила з коробок передач автомобілів, запобігає потраплянню металевих ошурок між зубцями шестірень коробки?
- ? 12.4.** Стрічковий магніт піднесли південним полюсом до магнітної стрілки. Як поводитиметься стрілка?
- ? 12.5.** Як поводитимуться дві магнітні стрілки, які наблизили одна до одної?
- ? 12.6.** В якому напрямку рухатимуться магніти, підвішені на нитках (див. рисунок)?
- ? 12.7.** На стіл поклали стрічковий магніт, а поряд поставили магнітну стрілку на підставці (див. рисунок, вид згори). Як розташується магнітна стрілка, якщо її помістити в точках *A*, *B*, *C*?

- ? 12.8.** На рисунку показано орієнтовний вигляд силових ліній магнітного поля намагнічених залізних тіл. Укажіть магнітні полюси магнітів цих тіл.



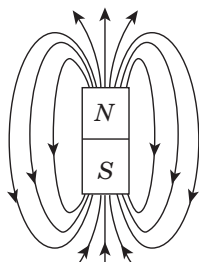
До задачі 12.6



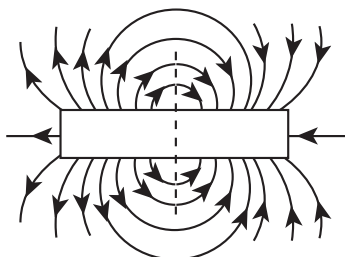
До задачі 12.7

До задачі 12.8

- ? 12.9.** Куди спрямовані силові лінії магнітного поля всередині стрічкового магніту (див. рисунок)?



До задачі 12.9



До задачі 12.10

- ? 12.10.** Укажіть стрілками напрямок силових ліній магнітного поля всередині стрічкового магніту (див. рисунок).

2-й рівень складності

- ? 12.11.** Учень підносить залізну скріпку до одного з полюсів магнітної стрілки. Полюс стрілки притягується до скріпки, і стрілка повертається. Чи свідчить це про те, що скріпка була намагніченою?

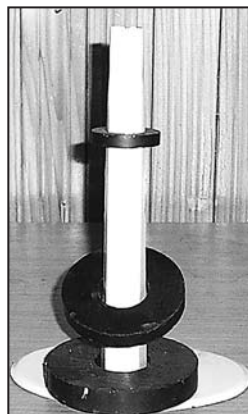
- ? 12.12.** Чому на сучасних суднах не використовують магнітні компаси?
- ? 12.13.** Корпуси компасів виготовляють з пластмаси, міді, алюмінію та інших матеріалів. Що спільного в цих матеріалах?
- ? 12.14.** Запропонуйте матеріали, з яких потрібно збудувати судно для експедиції по вивченню магнітного поля в районі Бермудського трикутника.
- ? 12.15.** Два залізних цвяхи деякий час своїми вістрями торкалися одного полюса магніту. Як поводитимуться цвяхи, якщо магніт убрати?
- ? 12.16.** Залізний цвях притягнувся до стрічкового магніту (див. рисунок). Чи буде вістря цвяха, як магніт, притягувати залізні ошурки? Якщо буде, то який полюс буде на цьому вістрі?



До задачі 12.16



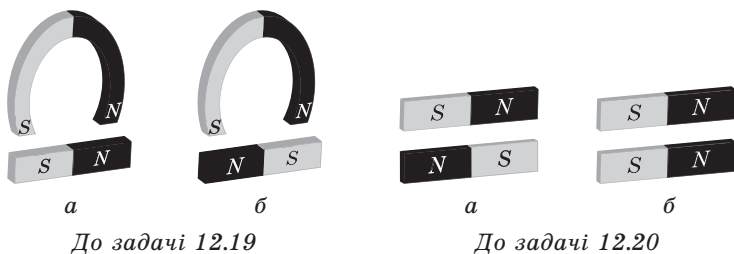
До задачі 12.17



До задачі 12.18

- ? 12.17.** Поясніть, як можуть не намагнічені попередньо залізні кульки втримувати одна одну (див. рисунок)? До магніту торкається тільки верхня кулька.
- ? 12.18.** Як розташовані полюси керамічних магнітів, зображених на рисунку?
- ? 12.19.** Як поводитимуться магніти при наближенні один до одного (див. рисунок)?

- ? 12.20.** Як поводитимуться магніти при наближенні один до одного (див. рисунок)?



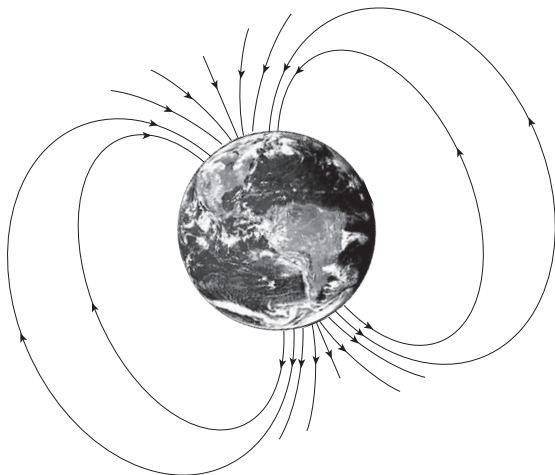
- ? 12.21.** Стрічковий магніт розрізали посередині. Чи отримаємо ми два магніти, кожний з яким матиме один полюс?

- ? 12.22.** Дугоподібний магніт розрізали посередині. Чи матимуть магнітні властивості отримані частини? Скільки магнітних полюсів матиме кожна з частин? Які це будуть полюси?

- ? 12.23.** Про що свідчать значні зміни напрямку, на який вказує магнітна стрілка, під час подорожі Кривим Рогом?

- ? 12.24.** Магнітна стрілка в лабораторії почала хаотично коливатися, відхиляючись на незначний кут. Про що це свідчить?

- ? 12.25.** Укажіть на рисунку розташування магнітних та географічних полюсів Землі?



3-й рівень складності

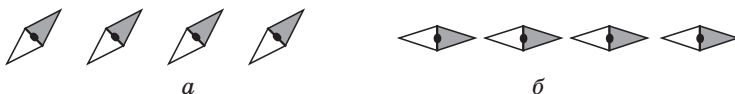
? 12.26. Гуляючи лісовою посадкою вздовж узбережжя ставка, учень знайшов невеликий сталевий стержень. Як він може визначити, чи намагнічений цей стержень, якщо ні компаса, ні інших приладів в учня нема?

? 12.27. Запропонуйте спосіб визначення, який з двох, на перший погляд, однакових залізних стержнів намагнічений, а який — ні. Ніяких допоміжних засобів більше немає.

12.28. На рисунку зображено взаємне розташування двох стрічкових магнітів. У зошиті нарисуйте приблизний вигляд силових ліній загального магнітного поля цих магнітів.

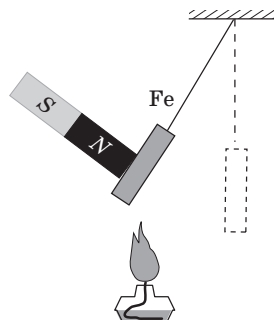


? 12.29. На рисунку зображено розташування магнітних стрілок чотирьох компасів (див. рисунок), які розташовані в один ряд. У якому випадку магнітні компаси розташовані впритул, а в якому — на великій відстані один від одного?



? 12.30. На заводах з виплавлення сталі залізничний металобрухт переносять за допомогою електромагнітів. Чому такі самі електромагніти не використовують для перенесення гарячих залізних відливок?

? 12.31. Залізну пластинку, яка підвішена на довгій нитці і притягується до сильного магніту, нагрівають у полум'ї спиртовки. Через деякий час пластинка почне коливатися, періодично відриваючись від магніту, а потім знов повертаючись до нього. Чому?



- ? 12.32.** Для того щоб магніт якомога довше зберігав свої магнітні властивості, його не можна кидати на тверду підлогу. Чому?
- ? 12.33.** Чому намагнічування залізного стрижня, який торкається сильного магніту, відбувається краще, якщо по стрижню постукати твердим предметом?

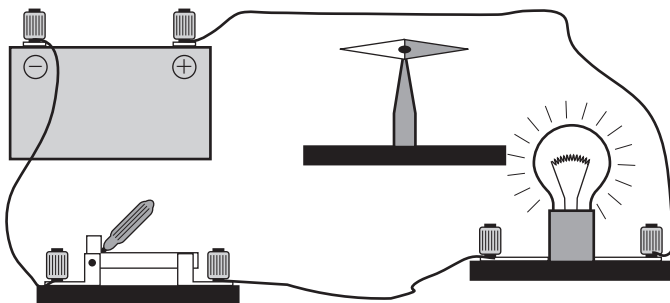
Задачі для допитливих

- ? 12.34.** Як поводитиметься магнітна стрілка, якщо до її північного полюса піднести наелектризовану негативно ебонітову паличку? Відповідь обґрунтуйте.
- ? 12.35.** Під час фізичної вікторини учитель продемонстрував такий дослід. До південного полюса магнітної стрілки він підніс відрізок сталеві труби. Як і передбачалося, магнітна стрілка почала притягуватися до найближчого до неї кінчика труби. Потім учитель декілька разів сильно вдарив по відрізку труби молотком і знов підніс її до південного полюса магнітної стрілки тим же кінчиком. На диво, стрілка відштовхнулася. Чому?

13. Магнітне поле струму. Електромагніти

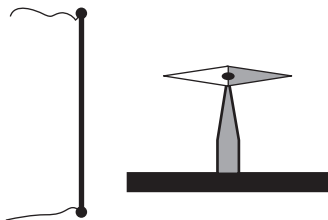
1-й рівень складності

- ? 13.1.** Як поводитиметься магнітна стрілка, якщо замкнути ключ (див. рисунок)?

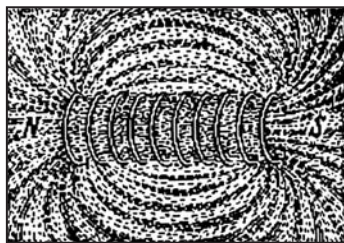


- ? 13.2.** Магнітна стрілка розташована поблизу вертикального проводу (див. рисунок). Чи вплине на стрілку поява струму в проводі?

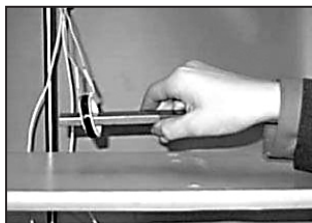
- ? 13.3.** Чи схожа картина магнітного поля котушки зі струмом (див. рисунок), яку можна отримати за допомогою залізних ошурок, на картину магнітного поля постійного магніту? Якщо так, то якого магніту?



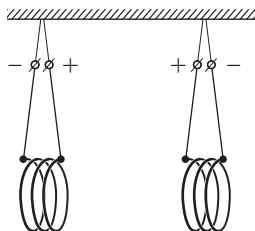
До задач 13.2, 13.13



До задачі 12.3



До задачі 13.4



До задачі 13.5

- ? 13.4.** Після того, як котушку, підвішену на тонких дротах (див. рисунок), підключили до джерела струму, вона притягнулася до магніту. Чому?

- ? 13.5.** На тонких дротах підвішено дві котушки (див. рисунок). Чому вони починають взаємодіяти, коли через них пропускають електричний струм?

- ? 13.6.** Яка дія електричного струму спостерігається при замиканні на гальванічний елемент дрової котушки, яка намотана на залізний болт (див. рисунок)?



До задачі 13.6



До задач 13.7, 13.8

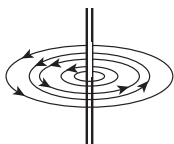
? 13.7. Чому при виготовленні електромагнітів на осердя потрібно намотувати ізольований провід (див. рисунок)?

? 13.8. Чому при виготовленні електромагнітів потрібно використовувати залізне осердя (див. рисунок)?

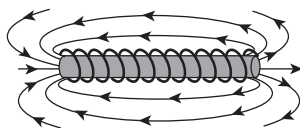
2-й рівень складності

? 13.9. Укажіть напрямок струму у прямому провіднику, напрямок магнітного поля якого вказаний на рисунку?

? 13.10. На рисунку зображено магнітне поле котушки зі струмом. Вкажіть напрямок струму в котушці.



До задачі 13.9



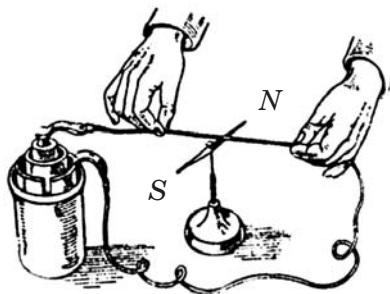
До задачі 13.10



До задачі 13.11

? 13.11. Укажіть напрямки силових ліній магнітного поля котушки зі струмом, якщо струм у верхній частині кожного витка тече до нас, а в нижній — від нас (див. рисунок).

? 13.12. Укажіть полюси гальванічного елемента, які замкнуті проводом (див. рисунок)? Чи зміниться відповідь, якщо таке саме положення займатиме стрілка, що буде знаходитися над проводом?



? 13.13. Як встановиться магнітна стрілка (див. рисунок), якщо вертикальний провідник підключити до джерела струму так, щоб верхній кінець провідника був з'єднаний позитивним полюсом джерела?

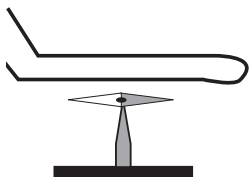
? 13.14. Запропонуйте спосіб, як за допомогою компаса визначити напрямок струму у проводі.

? 13.15. Чи можна за допомогою магнітної стрілки визначити напрямок струму у лінії, яка складається з двох провідників (див. рисунок)?

? 13.16. Чи взаємодіють між собою проводи тролейбусної лінії, якщо по них тече постійний струм? Якщо взаємодіють, то вони притягуються чи відштовхуються?

? 13.17. На лабораторному столі розмістили кільце з гнучкого дроту й підключили його до джерела струму. Як поводитиметься кільце?

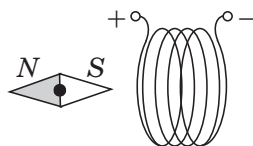
? 13.18. Два металевих провідники, по яких тече струм в одному напрямку, притягуються. А як поводитимуться розчини електролітів у двох сусідніх електролітичних ваннах, по яких протікають струми в одному напрямку?



До задачі 13.15



До задачі 13.19

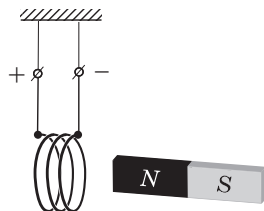


До задачі 13.20

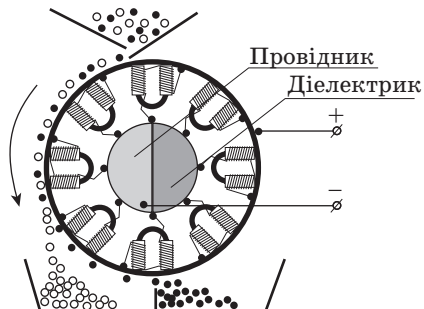
? 13.19. По паралельних провідниках протікають струми однакової сили (див. рисунок). Чи буде поле в точці А у випадках, коли струми спрямовані: а) в один бік, б) у різні боки?

? 13.20. На лабораторному столі розташовані котушка та магнітна стрілка (див. рисунок). Стрілка має можливість обертатися тільки в площині рисунка. Як поводитиметься стрілка після підключення котушки до джерела струму? Полярність підключення вказана на рисунку.

? 13.21. Як поводитиметься котушка, яка підвішена на гнучких дротах, після підключення до джерела струму? Полярність вказано на рисунку.



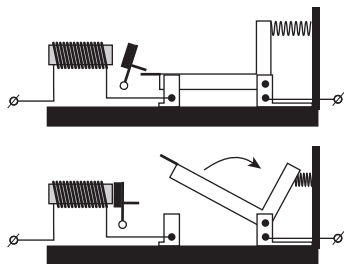
- ? 13.22. Опишіть роботу залізовидільного електромагнітного сепаратора (див. рисунок), який використовують на залізних рудних збагачувальних комбінатах.



- ? 13.23. Як за допомогою електромагнітів на виробництві переносять залізні вироби? Чому для цього не використовують постійні магніти, адже для їх живлення не треба витрачати електроенергію?



До задачі 13.23

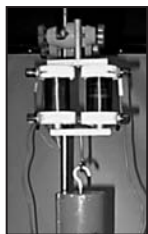


До задачі 13.25

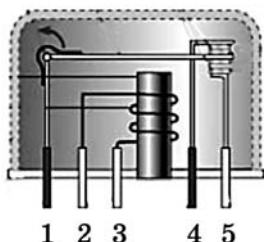
- ? 13.24. Для чого в конструкції електромагнітних кранів передбачена можливість пропускати невеликий струм через обмотку електромагніту у зворотному напрямку?
- ? 13.25. Сучасні запобіжники використовують магнітну дію струму для розмикання кола у разі перевищення сили струму безпечної межі (див. рисунок). Поясніть принцип дії цих запобіжників.

3-й рівень складності

- ? 13.26. Електромагніт містить дві обмотки (див. рисунок). Чи залежить ефективність електромагніту від способу з'єднання обмоток?

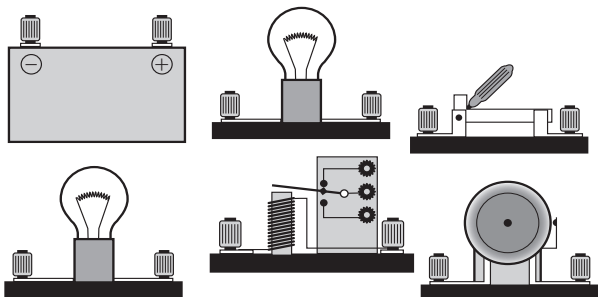


До задачі 13.26

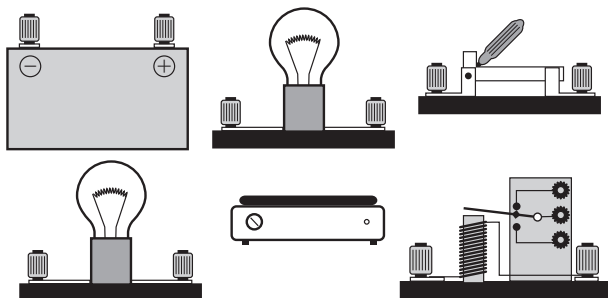


До задачі 13.28

- ? 13.27.** Чи можна так намотати обмотку, щоб при протіканні струму в обмотці магнітне поле було відсутнє? Якщо можна, то як?
- ? 13.28.** Назвіть призначення клем 1—5 електромагнітного реле, яке зображене на рисунку?
- 13.29.** Нарисуйте схему електричного кола, в якому під час замикання ключа будуть загорятися лампочки, а під час розмикання — лунає дзвоник (див. рисунок).



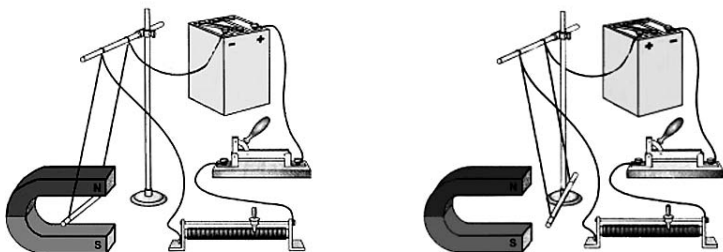
- 13.30.** Нарисуйте схему електричного кола, в якому під час замикання ключа буде вмикатися електрична плитка, а під час розмикання — загорятися лампочки (див. рисунок).



14. Сила Ампера

1-й рівень складності

- ? 14.1. Яка сила примушує гнучкі дроти, на яких підвішений металевий немагнітний стрижень зі струмом, відхилятися від вертикалі (див. рисунок)?

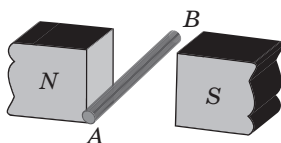


До задач 14.1, 14.2

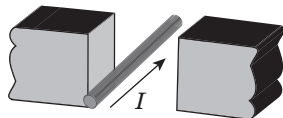
- ? 14.2. Чому магнітне поле постійного магніту діє на провідник зі струмом по-різному (див. рисунок)?

2-й рівень складності

- ? 14.3. Між полюсами магніту знаходиться прямий відрізок проводу (див. рисунок), через який у напрямку від точки *A* до точки *B* тече електричний струм. В якому напрямку магнітне поле магніту діє на провід?



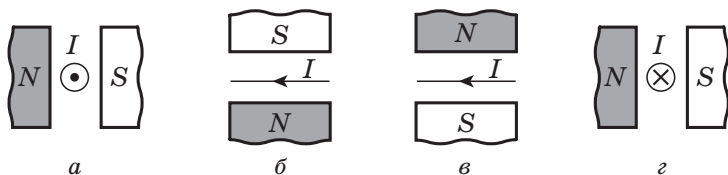
До задачі 14.3



До задачі 14.4

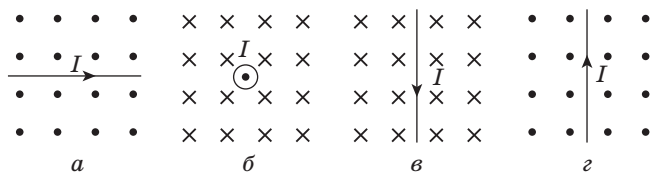
- ? 14.4. Магнітне поле постійного магніту діє на провідник зі струмом (див. рисунок) із силою, яка спрямована вгору. Укажіть полюси магніту.
- ? 14.5. Укажіть, у якому випадку сила Ампера, що діє на провідник зі струмом, який знаходиться між полюсами магніту (див. рисунок), спрямована вгору. Точка у перерізі провідника позначає, що струм тече до нас, перехрестя — навпаки, від нас.

- ? **14.6.** Укажіть, у якому випадку сила Ампера, що діє на провідник зі струмом, який знаходиться між полюсами магніту (див. рисунок), спрямована до нас.



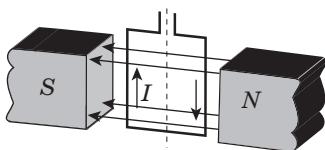
До задач 14.5, 14.6

- ? **14.7.** У якому випадку (див. рисунок) магнітне поле не діє на провідник зі струмом? Силкові лінії магнітного поля перпендикулярні до площини рисунка: точки спрямовані до нас, перехрестя — від нас.

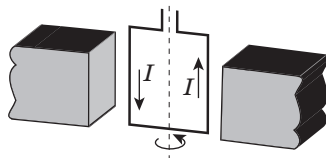


До задачі 14.7

- ? **14.8.** В якому напрямку повертатиметься дротяна рамка зі струмом у магнітному полі постійного магніту (див. рисунок)?



До задачі 14.8

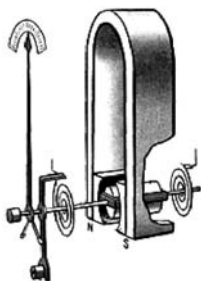


До задачі 14.9

- ? **14.9.** Укажіть полюси постійного магніту, в магнітному полі якого дротяна рамка зі струмом повертається у напрямку, який вказано на рисунку.

- ? **14.10.** Для чого в конструкції електровимірювальних приладів передбачено спіральні пружини (див. рисунок)?

- ? **14.11.** Чому шкала шкільного демонстраційного гальванометра має такий вигляд (див. рисунок)?

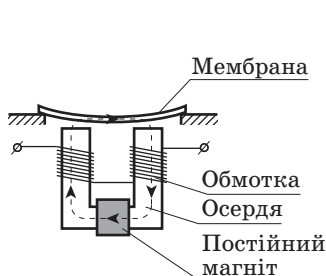


До задачі 14.10

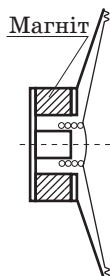


До задачі 14.11

- ? 14.12.** На рисунку зображено головні телефони у розрізі. Опишіть їх роботу.



До задачі 14.12



До задачі 14.13



До задачі 14.14

- ? 14.13.** Для чого в конструкції гучномовців передбачено постійні магніти (див. рисунок)?
- ? 14.14.** Що відбуватиметься, якщо клєми звукової котушки гучномовця (див. рисунок) підключити до гальванічного елемента? Чи зміниться щось, якщо поміняти полярність підключення гальванічного елемента?

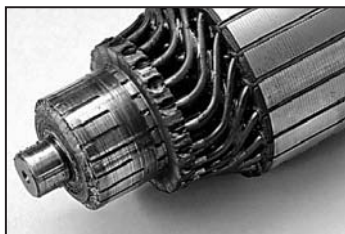
3-й рівень складності

- ? 14.15.** Дротяна рамка зі струмом в магнітному полі повертається в певне положення і зупиняється. Поясніть, чому обертання рамки припиняється.
- ? 14.16.** Як визначити полярність проводів для підключення до стереофонічного підсилювача двох акустичних систем без розбирання корпусів систем? Дифузори гучномовців акустичних систем відкриті (тобто не закриті решітками, тканиною або іншим).

- ? 14.17.** Чому ротори електродвигунів мають не одну, а кілька незалежних обмоток (див. рисунок)?



До задачі 14.17

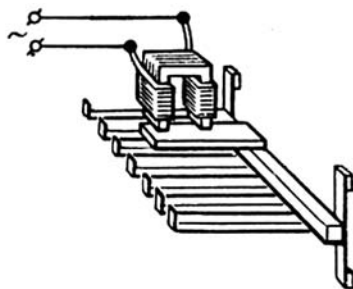
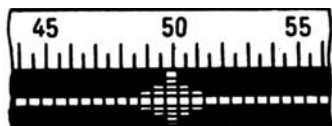


До задачі 14.18

- ? 14.18.** Для чого в конструкції електродвигунів передбачено колектори — кільця з ізольованими одна від одної парами мідних контактів (див. рисунок)?

Задачі для допитливих

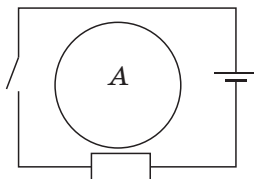
- ? 14.19.** Для визначення частоти змінного струму в освітлювальній мережі використовують частотоміри. На рисунку зображена шкала та внутрішня будова приладу. Поясніть принципи дії приладу.



15. Електромагнітна індукція

Приклад розв'язання задачі

Задача. Усередині електричного кола, яке складається з джерела струму, резистора і ключа, розташоване замкнене дровове кільце А (див. рисунок). Чи з'явиться індукційний струм у кільці, якщо замкнути ключ? Який напрямок буде у цього струму?



Розв'язання

Під час замикання ключа у колі виникає струм, напрямком якого протилежний напрямку руху годинникової стрілки, а сила струму зростає від нуля до максимального значення. Цей струм створює магнітне поле, яке також підсилюється. Напрямок магнітного поля можна визначити за допомогою правила свердлика: поле спрямоване до нас, тобто електричне коло за струмом схоже на магніт, повернутий до нас північним полюсом. Той факт, що сила струму зростає, вказує на те, що цей уявний магніт рухається до нас, наближаючись північним полюсом до кільця А. Відомо, що якщо наближати магніт до кільця (замкненої котушки), у кільці виникає індукційний струм і воно також стає схожим на магніт, причому північний полюс цього магніту (кільця) буде спрямований назустріч північному полюсу першого магніту (електричного кола). Отже, ще раз скориставшись правилом свердлика, знаходимо напрямок індукційного струму у кільці: за годинниковою стрілкою.

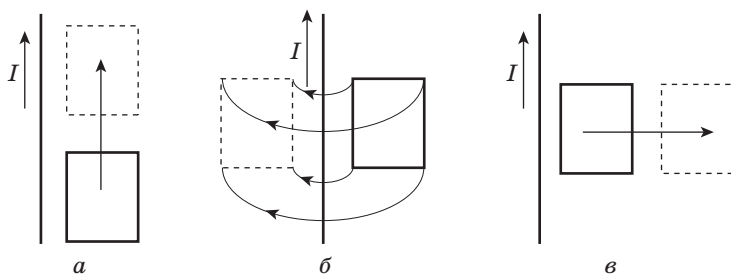
Відповідь: під час замикання ключа у колі в кільці виникає індукційний струм у напрямку, який збігається з напрямком руху годинникової стрілки.

1-й рівень складності

- ?** 15.1. Стрічковий магніт, підвішений до динамометра, висить вертикально північним полюсом вниз. Чи будуть змінюватися показання динамометра, якщо до магніту знизу підносити мідну пластину? картонну? Відповідь обґрунтуйте.
- ?** 15.2. Чи однакових зусиль потрібно докласти, щоб вийняти стрічковий магніт із замкненої або незамкненої дрової котушки?
- ?** 15.3. Порівняйте час падіння стрічкового магніту крізь замкнену і незамкнену дротяні котушки.

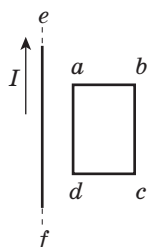
2-й рівень складності

- ?** 15.4. Поблизу прямого провідника, через який тече струм, переміщують замкнену дротяну рамку (див. рисунок). У якому випадку в рамці буде спостерігатися індукційний струм? Відповідь обґрунтуйте.

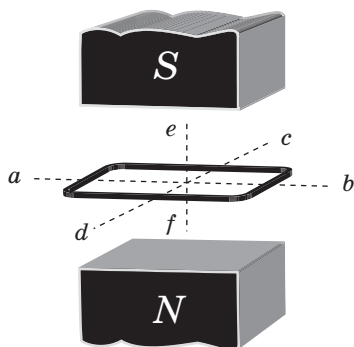


До задачі 15.4

- 15.5.** Замкнену дріт'яну рамку, яка знаходиться поблизу прямого провідника зі струмом, починають обертати навколо осі ab , потім — bc , а потім — ef . У якому випадку в рамці індукційний струм спостерігатися не буде? Відповідь обґрунтуйте.

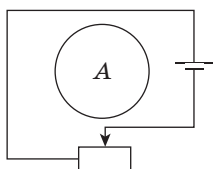


До задачі 15.5

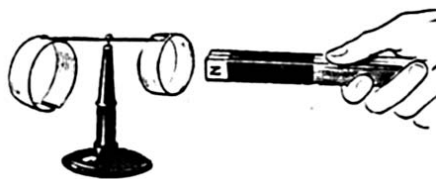


До задачі 15.6

- 15.6.** Між полюсами постійного магніту знаходиться замкнена дріт'яна рамка (див. рисунок). Під час обертання відносно якої осі у рамці спостерігатиметься індукційний струм?
- 15.7.** У середині електричного кола, яке складається з джерела струму і реостата, розташоване замкнене дріт'яне кільце A (див. рисунок). Повзунок реостата знаходиться в середньому положенні. Чи з'явиться індукційний струм у кільці після зрушення повзунка реостата з місця? На що впливатиме швидкість пересування повзунка? напрямком?

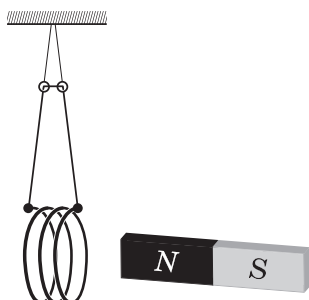


До задачі 15.7

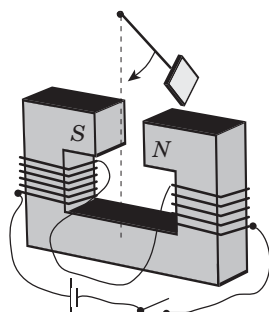


До задач 15.10, 15.11

- ? 15.8.** У компасах з яким корпусом — пластиковим чи мідним — коливання стрілки швидше загасають?
- ? 15.9.** Чому стрілки електровимірювальних приладів магніто-електричної системи коливаються значно слабше, якщо замкнуті клема приладів?
- ? 15.10.** Стрічковий магніт по черзі підносять до суцільного та розрізаного алюмінієвих кілець (див. рисунок). Одне з кілець реагує на піднесення магніту, а інше — ні. Яке з кілець реагує і чому?
- ? 15.11.** Яке з алюмінієвих кілець — суцільне чи розрізане (див. рисунок) — прореагує на те, що стрічковий магніт будуть рухати від них? Опишіть поведінку кожного кільця.
- ? 15.12.** До дрітної замкненої котушки, яка підвішена на гнучких дротах, підносять стрічковий магніт. Як поводитиметься котушка? Чому? Чи залежить відповідь від того, яким полюсом магніт наближають до котушки?



До задачі 15.12



До задачі 15.13

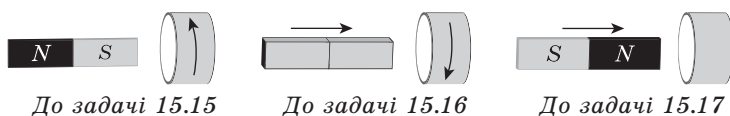
- ? 15.13.** Між полюсами електромагніту починає рухатися маятник, який являє собою мідну пластинку на ізолюючому стрижні (див. рисунок). Порівняйте тривалість

коливань маятника до повного загасання у разі, коли електромагніт підключений до джерела струму, і тоді, коли він не підключений.

- ? 15.14.** Маятник являє собою невеличкий магніт, підвішений на нитці. Порівняйте тривалість коливань маятника до повного загасання, коли маятник знаходиться над дерев'яним столом і коли він знаходиться над алюмінієвим листом.

3-й рівень складності

- ? 15.15.** В якому напрямку потрібно рухати стрічковий магніт відносно замкненої дрітної котушки, щоб у ній виник індукційний струм, напрямок якого вказано на рисунку?

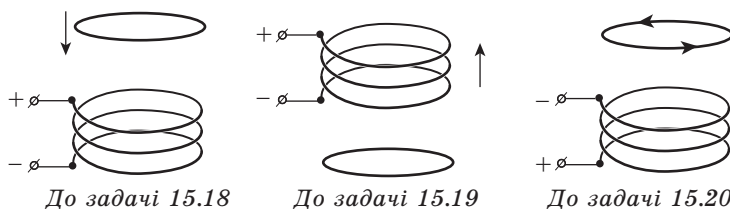


- ? 15.16.** Позначте полюси стрічкового магніту, якщо при наближенні його до замкненої дрітної котушки в ній виникає індукційний струм, напрямок якого вказано на рисунку.

- ? 15.17.** Укажіть напрямок індукційного струму, який виникає в замкненій дрітній котушці, якщо до неї наближати стрічковий магніт так, як зображено на рисунку.

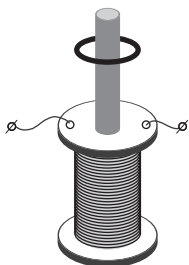
- ? 15.18.** До дрітної котушки, яка підключена до джерела струму, підносять замкнене дрітне кільце (див. рисунок). У якому напрямку у кільці протікатиме індукційний струм?

- ? 15.19.** Від замкненого дрітного кільця віддаляють котушку, по якій тече струм (див. рисунок). Укажіть напрямок індукційного струму в кільці.

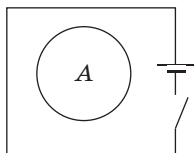


? 15.20. Поблизу котушки, по якій тече електричний струм, розташоване дріотяне кільце (див. рисунок). Як потрібно змінювати силу струму в котушці, щоб у кільці почав протікати індукційний струм, напрямком якого вказано на рисунку?

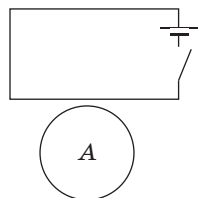
? 15.21. На осердя дріотяної котушки наділи мідне кільце (див. рисунок). Як поводитиметься кільце, якщо котушку підключити до джерела струму?



До задач 15.21, 15.22



До задачі 15.23



До задачі 15.24

? 15.22. Із осердя дріотяної котушки, по якій тече постійний електричний струм, треба зняти мідне кільце (див. рисунок). Чи однакових зусиль потрібно докласти в разі повільного або швидкого зняття кільця?

? 15.23. У якому напрямку протікатиме індукційний струм у замкненому дріотяному кільці *A*, якщо замкнути ключ (див. рисунок)?

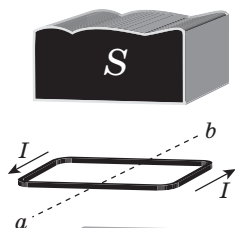
? 15.24. Під час замикання чи розмикання ключа у замкненому дріотяному кільці *A* (див. рисунок) індукційний струм протікатиме у напрямку руху годинникової стрілки?

? 15.25. У якому напрямку потрібно повертати рамку навколо осі *ab* для того, щоб в рамці почав протікати індукційний струм у напрямку, позначеному на рисунку?

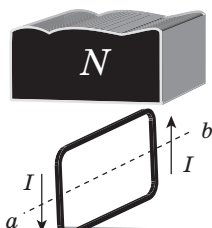
? 15.26. У якому напрямку потрібно повертати рамку навколо осі *ab* для того, щоб в рамці почав протікати індукційний струм у напрямку, позначеному на рисунку?

? 15.27. На рисунку вказано напрямку індукційного струму у дріотяній рамці, що обертається між полюсами постійного магніту проти напрямку руху годинникової

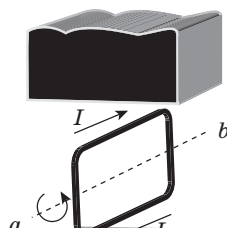
стрілки навколо осі ab (див. рисунок) у той момент, коли рамка паралельна до полюсів магніту. Укажіть розташування полюсів.



До задачі 15.25



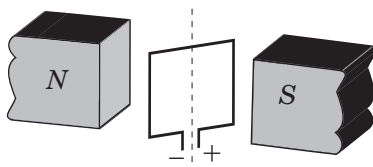
До задачі 15.26



До задачі 15.27

Задачі для допитливих

- ? 15.28.** Укажіть напрямок обертання дротяної рамки у магнітному полі постійного магніту (див. рисунок), якщо на клеммах рамки полярність накопичених зарядів така, як вказано на рисунку.



16. Будова атомного ядра. Ядерна енергія

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Визначте склад ядра атома Арсену.

Розв'язання

З таблиці Менделєєва визначимо номер Арсену у таблиці $Z = 33$ і його масове число $A = 73$. Відомо, що порядковий номер елемента в таблиці Менделєєва визначається кількістю протонів в атомному ядрі, а масове число — це сума кількості протонів та нейтронів $A = Z + N$. Тому кількість нейтронів у ядрі Арсену становить $N = A - Z = 73 - 33 = 40$.

Відповідь: ядро атома Арсену складається з 33 протонів і 40 нейтронів.

Задача 2. Яка маса урану знадобиться, щоб за рахунок енергії, яка виділяється під час радіоактивного розпаду атомів урану, 10 000 тонн води нагріти на 10°C ? Маса атома Урану становить $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 МеВ.

Дано:

$$m_{\text{в}} = 10000 \text{ т} = 10^7 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

$$W_0 = 200 \text{ МеВ} =$$

$$= 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$$

$$m_0 = 3,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$m_{\text{У}} = ?$$

Розв'язання.

Шукана маса урану $m_{\text{У}} = Nm_0$. Кількість атомів можна знайти, якщо загальну енергію, яка виділилася під час розпаду всіх атомів, поділити на енергію одного розпаду:

$$N = \frac{W}{W_0}.$$

За умовою задачі $W = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t$. Звідси

$$m_{\text{У}} = \frac{c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t}{W_0} m_0.$$

Перевіримо одиниці:

$$[m_U] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Дж}} \cdot \text{кг} = \text{кг}.$$

Визначимо числове значення шуканої величини:

$$m_U = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^7 \cdot 10}{3,2 \cdot 10^{-11}} 3,9 \cdot 10^{-25} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)} = 5 \text{ (г)}.$$

Відповідь: $m_U = 5 \text{ г}$.

1-й рівень складності

- ? 16.1.** Як за допомогою таблиці Періодичної системи елементів визначити, скільки протонів міститься в ядрі атома Нітрогену?
- ? 16.2.** Визначте за допомогою таблиці Менделєєва кількість нуклонів у ядрі атома Оксигену?
- ? 16.3.** Користуючись таблицею Менделєєва, визначте кількість нейтронів у ядрі атома Неону.
- ? 16.4.** Скільки протонів в ядрі атома Алюмінію?
- ? 16.5.** Скільки нейтронів в ядрі атома Бору?
- ? 16.6.** Ядро атома якого елемента містить 56 протонів?
- ? 16.7.** Нейтральний атом якого елемента має у своєму складі 34 електрони?
- ? 16.8.** Визначте склад ядра атома Цирконію?
- ? 16.9.** Скільки протонів і скільки нейтронів входить до складу ядра атома Лантану?
- ? 16.10.** Яка частинка має більшу масу: протон чи електрон? У скільки разів більшу?
- ? 16.11.** Відомо, що одна з двох частинок — нейтрон та електрон — має меншу масу. Яка? У скільки разів?
- ? 16.12.** За рахунок якої взаємодії протони в ядрах атомів не розлітаються внаслідок електричного відштовхування?

2-й рівень складності

- ? 16.13.** Чи може одна частинка складати нейтральний атом? Іон? Відповідь поясніть.
- ? 16.14.** Ядром атома якого елемента є протон?
- ? 16.15.** Чому атом Гідрогену та протон мають практично однакові маси?
- ? 16.16.** Атом Гідрогену та протон мають практично однакові маси. А розміри?
- ? 16.17.** У скільки разів атом Бору має більшу масу, ніж атом Гідрогену?
- ? 16.18.** Атом якого елемента має більшу масу: Гелію чи Феруму? У скільки разів більшу?
- ? 16.19.** До складу ядра атома Літію входять 3 протони. Скільки всього частинок в ядрі атома Літію? Назвіть їх.
- ? 16.20.** Ядро атома Купруму містить 35 нейтронів. Скільки всього частинок в атомі Купруму? Назвіть їх.
- ? 16.21.** Який заряд має ядро атома Сульфуру?
- ? 16.22.** Чому дорівнює заряд ядра атома Криптону?
- 16.23.** Ядро атома якого елемента має заряд $8 \cdot 10^{-18}$ Кл?
- 16.24.** Ядро атома певного елемента має заряд $4,8 \cdot 10^{-18}$ Кл. Що це за елемент?
- ? 16.25.** Ядро атома Урану-235 випроменило нейтрон. Скільки нуклонів залишилося в ядрі атома?
- ? 16.26.** У ядро атома якого елемента перетвориться ядро атома Титану, якщо до нього додати один протон?
- ? 16.27.** Від ядра атома Барію відірвали один протон. У ядро атома якого елемента перетворилося ядро атома Барію?
- ? 16.28.** Які зміни відбудуться з ядром атома Ксенону, якщо воно втратить один нейтрон?

? 16.29. Після захоплення нейтрона ядро атома Урану-235 випромінює електрон. Ядро якого атома утворилося?

16.30. У ядерній фізиці доволі часто використовується одиниця енергії МеВ. Визначте значення цієї одиниці у джоулях.

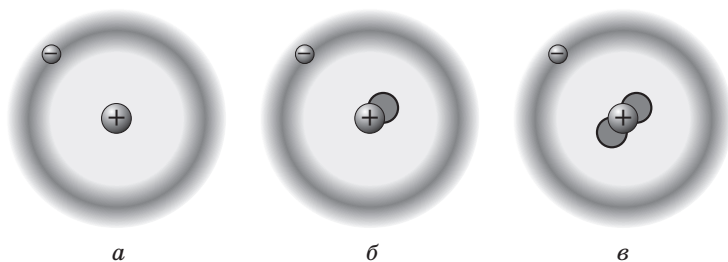
16.31. Скільком МеВ відповідає енергія $9,6 \cdot 10^{-12}$ Дж?

16.32. Яка кількість енергії виділиться під час радіоактивного розпаду усіх атомів Урану, які містяться у $1,95$ кг урану? Маса атома Урану становить $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 МеВ.

16.33. Яку масу урану потрібно витратити, щоб впродовж радіоактивного розпаду всіх атомів Урану виділилася енергія $6,2 \cdot 10^{14}$ Дж. Маса атому Урану становить $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 МеВ.

3-й рівень складності

? 16.34. На рисунку схематично зображені три нейтральні атоми. Чим вони схожі і чим відрізняються?



? 16.35. У якому з наведених випадків два ядра обов'язково належать атомам одного елементу: а) кількість нуклонів в ядрах однакова; б) кількість протонів в ядрах однакова; в) кількість нейтронів в ядрах однакова?

? 16.36. Є два ядра, у яких кількість нуклонів дорівнює 88 і 89 . У якому випадку ці ядра будуть ядрами атомів одного елементу: коли ядра містять по 39 протонів чи по 50 нейтронів?

? 16.37. Якщо окремі нуклони наблизити один до одного на дуже маленьку відстань, вони зчіпляються й утворюють нове ядро. Який висновок можна зробити про властивості тих сил, що утримують окремі нуклони всередині ядра?

? 16.38. Відомо, що великі ядра дуже нестійкі. Чому вірогідність розпаду деяких великих ядер значно збільшується, якщо вони поглинають нейтрон і починають коливатися, як краплина рідини?

16.39. На яку висоту можна підняти кам'яну брилу масою 1000 тонн за рахунок енергії, що виділяється під час радіоактивного розпаду 1 г урану? В 1 г урану міститься близько $2,6 \cdot 10^{21}$ атомів Урану. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 MeV.

16.40. На скільки градусів можна нагріти 1 000 тонн води за рахунок енергії, що виділяється під час радіоактивного розпаду 1 г урану? В 1 г урану міститься близько $2,6 \cdot 10^{21}$ атомів Урану. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 MeV.

16.41. Порівняйте маси кам'яного вугілля та урану, які використовують на тепловій й атомній електростанціях однакової потужності. Під час розпаду одного атома Урану виділяється енергія, яка дорівнює 200 MeV. Питома теплота згоряння кам'яного вугілля становить 2,7 МДж/кг. Маса атома Урану становить $3,9 \cdot 10^{-25}$ кг.

Задачі для допитливих

16.42. Відомо, що природний хлор складається з двох типів атомів, які відрізняються кількістю нейтронів у ядрі: Хлор-35 і Хлор-37. Цим пояснюється атомна маса природного хлору, яка не є цілочисловою: 35,5. Визначте відсотковий вміст у природному хлорі атомів Хлору-35.

17. Радіоактивність. Радіоактивні перетворення

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Ядро радіоактивного атома $^{232}_{90}\text{Th}$ перетворилося на ядро атома $^{212}_{83}\text{Bi}$. Скільки розпадів відбулося під час цього перетворення?

Розв'язання

Під час α -розпаду масове число ядра зменшується на 4, а порядковий номер ядра зменшується на 2, під час β -розпаду масове число ядра не змінюється, а порядковий номер ядра збільшується на 1. Для забезпечення вказаного в умові перетворення потрібно 5 α -розпадів (саме така кількість α -розпадів забезпечить зазначену зміну масового числа $232 - 212 = 20 = 5 \cdot 4$) і 3 β -розпади (саме така кількість β -розпадів частково компенсує зміну порядкового номера ядра $5 \cdot 2 - 3 = 7 = 90 - 83$).

Відповідь: 5 α -розпадів і 3 β -розпади.

Задача 2. Стала розпаду ядер атомів радіоактивного Торію-229 дорівнює $3 \cdot 10^{-12} \text{ с}^{-1}$. Якою є активність радіоактивного препарату, якщо в ньому міститься $1,5 \cdot 10^{28}$ атомів Торію-229?

Дано:

$$\lambda = 3 \cdot 10^{-12} \text{ с}^{-1}$$

$$N = 1,5 \cdot 10^{28}$$

$A = ?$

Розв'язання.

Згідно з визначенням активності, $A = \lambda N$.

Визначимо числове значення шуканої вели-

чини:

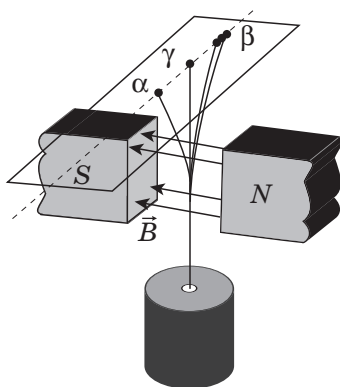
$$A = 3 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{28} = 4,5 \cdot 10^{16} \text{ (Бк)}.$$

Відповідь: активність препарату складає $4,5 \cdot 10^{16}$ Бк.

1-й рівень складності

? 17.1. Невелика кількість радіо знаходиться на дні каналу у шматку свинцю. З каналу виходить вузьким пучком радіоактивне випромінювання (див. рисунок). Чому воно розділяється на три частини, якщо на шляху пучка створити магнітне поле?

? 17.2. Яка частина радіоактивного випромінювання, що виходить з контейнера з радіоактивним радієм, не відхиляється в магнітному полі (див. рисунок)?



До задач 17.1, 17.2, 17.26

- ? 17.3.** У що перетворюються α -частинки, коли поглинаються речовиною?
- ? 17.4.** Як змінюються в результаті β -розпаду номер елемента у таблиці Менделєєва та кількість нуклонів у ядрі?
- ? 17.5.** Ядро атома випустило α -частинку. Як змінилися номер елемента у таблиці Менделєєва та кількість нуклонів у ядрі?
- ? 17.6.** Як змінюється кількість атомів радіоактивного елемента з часом?
- ? 17.7.** Як змінюються активність радіоактивного препарату з часом?
- ? 17.8.** Чому золоту фольгу у своїх дослідях Резерфорд зробив надтонкою?
- ? 17.9.** Для чого Резерфорд використовував екран із цинк сульфіту?

2-й рівень складності

- ? 17.10.** Як поводитиметься стрілка електроскопа, якщо усередину кулі електроскопа спрямувати β -випромінювання?
- ? 17.11.** Електроскоп спочатку зарядили натертою об вовну ебонітовою паличкою, а потім спрямували на кулю електроскопа β -випромінювання. Як поводитиметься стрілка електроскопа?

- ? 17.12.** Чи зміниться поведінка стрілки електроскопа (див. попередню задачу), якщо на кулю електроскопа спрямувати α -випромінювання?
- 17.13.** У верхніх шарах атмосфери під дією космічних променів утворюється радіоактивний ізотоп Карбону-14. У який елемент він перетворюється під час β -розпаду? Напишіть рівняння реакції.
- 17.14.** Ядро якого елемента утворилося після β -розпаду ядра атома $^{225}_{88}\text{Ra}$? Напишіть рівняння реакції.
- 17.15.** Радіоактивне ядро атома $^{233}_{92}\text{U}$ зазнало α -розпаду. Ядро якого елемента утворилося? Напишіть рівняння реакції.
- 17.16.** Ядро якого елемента утворилося після α -розпаду ядра атома $^{220}_{86}\text{Rn}$? Напишіть рівняння реакції.
- 17.17.** Стала розпаду радіоактивного Йоду-131 дорівнює $9,98 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$, а радіоактивного Кобальту-60 — $4,15 \cdot 10^{-9} \text{ с}^{-1}$. Для якого з цих елементів проміжок часу, за який первинна кількість радіоактивних атомів скоротиться удвічі, буде більшим? у скільки разів більшим?
- 17.18.** Проміжок часу, за який кількість радіоактивних атомів Радію-226 скоротилася на чверть, у 53 рази більший за аналогічний проміжок часу для радіоактивних атомів Цезію-137. У якого з цих елементів більша стала радіоактивного розпаду? у скільки разів більша?
- 17.19.** Стала розпаду радіоактивного Плутонію-239 дорівнює $9,01 \cdot 10^{-13} \text{ с}^{-1}$. Скільки розпадів відбудеться за 1 с в радіоактивному препараті Плутонію-239, якщо в ньому міститься $1,5 \cdot 10^{23}$ атомів?
- 17.20.** Стала розпаду радіоактивного Торію-230 дорівнює $2,68 \cdot 10^{-13} \text{ с}^{-1}$. Скільки розпадів відбудеться за 1 с у радіоактивному препараті Торію-230, якщо в ньому міститься $7,5 \cdot 10^{24}$ атомів?

17.21. Стала розпаду радіоактивного Урану-235 дорівнює $3,14 \cdot 10^{-17} \text{ с}^{-1}$. Скільки атомів Урану-235 міститься в радіоактивному препараті, якщо його активність складає 157 Бк?

17.22. Стала розпаду радіоактивного Нептунію-237 дорівнює $9,98 \cdot 10^{-15} \text{ с}^{-1}$. Скільки атомів Нептунію-237 міститься в радіоактивному препараті, якщо його активність складає 499 Бк?

? 17.23. Чому Резерфорд використовував як «снаряди» для «обстрілу» атомів золота α -частинки?

? 17.24. Чому в досліді Резерфорда ядра атомів золота відкидали назад α -частинки, що налітали на них?

? 17.25. Які частинки обов'язково вилітають разом з ядрами-осколками під час ланцюгової реакції поділу ядер атомів Урану?

3-й рівень складності

? 17.26. Якщо на шляху радіоактивного випромінювання, що виходить з контейнера з радіоактивним радієм, створити магнітне поле, то трапиться розділення протилежно заряджених α - і β -частинок (див. рисунок). Усередині джерел струму також відбувається розділення протилежних зарядів. Чи можна вважати установку, яку зображено на рисунку, джерелом струму?

? 17.27. Дві металеві пластини помістили на шляху радіоактивного випромінювання в магнітному полі так, що на одну пластину потрапляють α -частинки, а на іншу — β -частинки. Що покаже гальванометр, якщо його з'єднати з пластинками?

17.28. Протонами опромінюють алюмінієву мішень. При цьому вилітають α -частинки. У ядра атомів якого елемента перетворюються ядра атомів Алюмінію? Напишіть рівняння реакції.

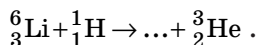
17.29. Радіоактивний ізотоп Карбону-14 утворюється у верхніх шарах атмосфері під дією космічних променів з ядер атомів Нітрогену-14. Одночасно утворюються ядра

атомів Гідрогену. Які саме частинки викликають утворення ядер атомів Карбону-14? Напишіть рівняння реакції.

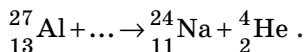
17.30. Якою частинкою треба «обстріляти» ядро атома Літію ${}^7_3\text{Li}$, щоб отримати ядро атома Берилію ${}^8_4\text{Be}$ та нейтрон? Напишіть рівняння реакції.

17.31. Після бомбардування α -частинками ядра атома Берилію ${}^9_4\text{Be}$ вилітає нейтрон. Ядро атома якого елемента при цьому утворюється? Напишіть рівняння реакції.

17.32. Допишіть рівняння ядерної реакції



17.33. Допишіть рівняння ядерної реакції



? 17.34. Ядро атома ${}^{218}_{83}\text{Bi}$ утворилося після трьох послідовних α -розпадів. З якого ядра воно утворилося?

? 17.35. Ядро радіоактивного атома ${}^{229}_{90}\text{Th}$ утворилося після двох послідовних β -розпадів. З якого ядра воно утворилося?

? 17.36. Ядро радіоактивного атома ${}^{228}_{88}\text{Ra}$ перетворилося на ядро атома ${}^{212}_{82}\text{Pb}$. Скільки відбулося α - і β -розпадів під час цього перетворення?

? 17.37. Ядро радіоактивного атома ${}^{229}_{90}\text{Th}$ перетворилося на ядро атома ${}^{209}_{83}\text{Bi}$. Скільки відбулося α - і β -розпадів під час цього перетворення?

17.38. Активність препарату Торію на початку дослідів становила 1500 Бк. Якою стане активність цього препарату, коли розпадеться 75 % всіх атомів Торію?

17.39. Якою стане активність препарату Полонію після того, як $2/3$ всіх атомів Полонію розпадутися. Активність препарату на початку дослідів була 9600 Бк?

17.40. Стала розпаду радіоактивного Плутонію-238 дорівнює $2,55 \cdot 10^{-10} \text{ с}^{-1}$. Під час розпаду кожного ядра виділяється енергія 5,5 МеВ. Скільки енергії виділяється щосекунди у зразку, що містить 5 мг плутонію? Маса атома Плутонію-238 становить $3,97 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$.

? 17.41. Чому в дослідах Резерфорда більшість α -частинок проходила крізь золоту фольгу, практично не відхилившись від початкового напрямку?

? 17.42. Якого висновку дійшов Резерфорд, коли стало відомо, що окремі позитивно заряджені α -частинки були відкинуті назад золотою фольгою, що використовувалася в досліді як мішень?

? 17.43. Окремі α -частинки в дослідах Резерфорда досить сильно відхилялися від первинного напрямку руху, а деякі з них були відкинуті навіть назад. Чому кількість таких частинок була дуже мала?

? 17.44. Чому для здійснення ланцюгової ядерної реакції поділу ядер атомів Урану треба мати певну кількість урану?

? 17.45. Для того щоб у зразку урану відбулася ланцюгова ядерна реакція поділу ядер атомів, треба суттєво підвищити вміст атомів Урану-235. Поясніть, чому це треба зроби-ти.

18. Використання радіаційних технологій. Біологічна дія радіації

Приклад розв'язання задачі

Задача. Після Чорнобильської аварії окремі ділянки електростанції мали радіоактивне забруднення з потужністю поглиненої дози 7,5 Гр/год. За який час перебування людина могла отримати на цих ділянках смертельну експозиційну дозу у 5 Зв? Вважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

Дано:

$$P_D = 7,5 \text{ Гр/год} =$$

$$= 0,125 \text{ Гр/с}$$

$$D = 5 \text{ Зв}$$

$$t — ?$$

Розв'язання

Оскільки $P_D = \frac{D}{t}$, для шуканого часу отримуємо:

$$t = \frac{D}{P_D}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[t] = \frac{Зв}{Гр/с} = с.$$

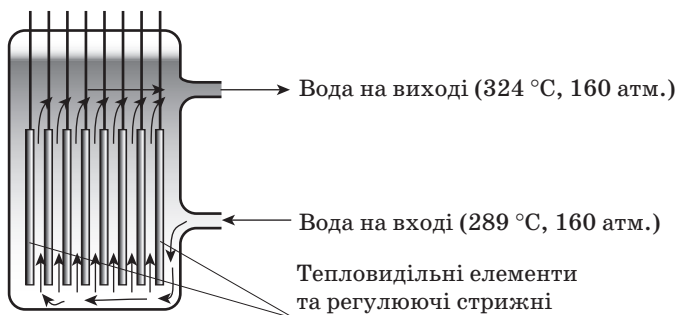
Визначимо числове значення шуканої величини:

$$t = \frac{5}{0,125} = 40 (с).$$

Відповідь: $t = 40$ с.

1-й рівень складності

- ? 18.1.** Навіщо прокачувати воду через працюючий ядерний котел ядерної електростанції (див. рисунок)?



- ? 18.2.** У якому вигляді виділяється енергія під час проходження ядерних реакцій усередині працюючого ядерного котла?
- ? 18.3.** Як за допомогою радіоактивного ізотопу Йоду дослідити функціонування щитовидної залози?
- ? 18.4.** Як за допомогою радіоактивного ізотопу Фосфору досліджують злоякісні пухлини в організмі людини?
- ? 18.5.** Як γ -випромінювання «допомагає» здійснювати автоматичне регулювання заповнення залізничних вагонів рудою?
- ? 18.6.** На якій властивості γ -променів заснована γ -дефектоскопія?
- ? 18.7.** Як γ -випромінювання використовують під час стерилізації медичних інструментів?

- ? 18.8.** Навіщо продукти харчування, перш ніж упакувати їх у герметичну тару, опромінюють γ -випромінюванням?
- ? 18.9.** Чи є на Землі місця, де немає природного радіоактивного фону?
- ? 18.10.** Де природний радіоактивний фон вищий: поблизу гранітних кар'єрів чи на поверхні моря?
- ? 18.11.** Як буде змінюватися природний радіоактивний фон в міру підняття на повітряній кулі?

2-й рівень складності

- ? 18.12.** Значення поглиненої чи експозиційної дози дозволить обчислити, на скільки градусів нагріється тіло за рахунок енергії радіоактивного випромінювання?
- ? 18.13.** Чи може значення експозиційної дози однозначно визначити кількість негативних іонів, які утворилися в тілі під час опромінення його радіоактивним випромінюванням?
- ? 18.14.** Радіоактивне випромінювання, яке поглинається речовиною, нагріває речовину та іонізує атоми цієї речовини. Нагрівання чи іонізація під впливом поглиненого випромінювання більш небезпечні для живих організмів?
- 18.15.** Обчисліть поглинену двома літрами води дозу випромінювання, якщо внаслідок поглинання цієї дози вода нагрілася на $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 18.16.** Яку дозу випромінювання поглинула льодова брила масою 10 кг , якщо внаслідок опромінення вона нагрілася на $0,03\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- 18.17.** На скільки градусів нагріється людське тіло, якщо людина поглине дозу $0,02\text{ Гр}$.
- 18.18.** Алюмінієвий лист був опромінений радіоактивним випромінюванням і поглинув дозу $0,5\text{ Гр}$. На скільки нагрівся лист?

3-й рівень складності

- 18.19.** Під час роботи з радіоактивними препаратами лаборант піддається опроміненню з потужністю поглиненої дози

0,02 мкГр/с. Яку дозу опромінення отримує лаборант впродовж робочої зміни тривалістю 4 години?

18.20. За 2 години поглинена доза опромінення складає 4 мГр. Якою є середня потужність поглиненої дози за цей час?

18.21. У лабораторії є радіоактивне забруднення з потужністю поглиненої дози 2,5 Гр/год. Якою є тривалість безпечного перебування в лабораторії? Вважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

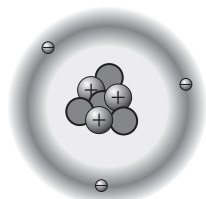
18.22. Під час ліквідації Чорнобильської аварії перебування людини на окремих ділянках зони аварії протягом 10 с призводило до того, що людина отримувала дозу опромінення 1 Зв. Якою була потужність поглиненої дози на цих ділянках? Вважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

18.23. Безпечною еквівалентною дозою іонізуючого опромінення є 15 мЗв/рік. Якій потужності поглиненої дози для γ -випромінювання це відповідає?

18.24. Працівник рентгенівської лабораторії отримав за рік еквівалентну дозу іонізуючого опромінення 3,6 мЗв. Яка середня потужність поглиненої дози рентгенівського випромінювання у його робочому кабінеті, якщо тривалість роботи з рентгенівським апаратом протягом дня становить 1 год, а кількість робочих днів за рік складає 250?

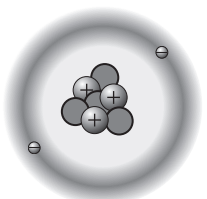
ВІДПОВІДІ, ВКАЗІВКИ, РОЗВ'ЯЗАННЯ

1.1. Навколо ядра в електронних оболонках. **1.2.** У ядрі.
1.3. Ядро. **1.4.** В електронних оболонках. **1.5.** 11. **1.6.** 9 протонів. **1.7.** а) Стає позитивно зарядженим іоном; б) стає негативно зарядженим іоном. **1.8.** Атом отримав додатковий електрон. **1.9.** Нейтральний атом перетворився на позитивно заряджений іон. **1.10.** Позитивний. **1.11.** Негативний. **1.12.** Зменшилася. **1.13.** Збільшилася. **1.14.** Заряд перейшов на інші тіла. Загальний заряд залишився незмінним. **1.15.** Частина заряду перейшла на другий клаптик. **1.16.** За законом збереження заряду загальний заряд монеток до торкання дорівнював нулю. **1.17.** Заряди монеток рівні за модулем та знаком. **1.18.** Шовкові нитки гарні діелектрики. **1.19.** Гума не проводить електрики. **1.20.** Гумовий килимок запобігає проходженню електрики через тіло людини. **1.21.** Підставка виконує роль ізолятора. **1.22.** Один протон у ядрі і один електрон в електронній оболонці. **1.23.** Два протони та два нейтрони в ядрі та один електрон в електронній оболонці. **1.24.** а) Позитивно заряджений іон; б) нейтральний атом; в) негативно заряджений іон. **1.25.** б) Позитивно заряджений іон Гелію; в) негативно заряджений іон Гелію; г) ядро атома Гелію. **1.26.** Нейтральний атом — рисунок а, позитивно заряджений іон — рисунок б. **1.27.** Нейтральний атом — рисунок а, позитивно заряджений іон — рисунок б. **1.28.** $+17e$. **1.29.** 79 електронів. **1.30.** $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. **1.31.** $-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. **1.32.** Протонів більше. **1.33.** Електронів більше. **1.34.** Однакова кількість. **1.35.** Збільшився на $+1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. **1.36.** За абсолютним значенням зменшився на $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл (у разі випадку, коли іон

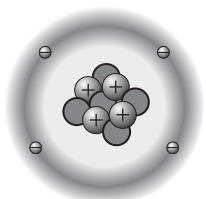


а

До задачі 1.26

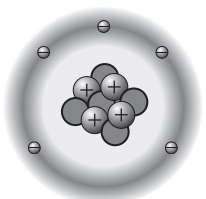


б



а

До задачі 1.27



б

був однозарядним, то він перетвориться на нейтральний атом). **1.37.** Однозарядний позитивно заряджений іон. **1.38.** Нейтральний атом. **1.39.** Негативно заряджений іон. **1.40.** Ні, заряд іону не може бути меншим за елементарний. **1.41.** Ні, заряд іона не може складати дробове число елементарних зарядів. **1.42.** Ні. **1.43.** Ні. **1.44.** Після торкання палички стакан набув негативного заряду, після перенесення до металевої мийки — втратив його. **1.45.** Після торкання палички кулька набула позитивного заряду, після торкання пальця — втратила його. **1.46.** Кількість електронів зменшувалася, кількість протонів не змінювалася. **1.47.** Доторкнутися незарядженою кулькою до зарядженої. Заряд поділиться навпіл. **1.48.** Під час розчісування електрони з поверхні волосків переходять на поверхню гребінця: обидва тіла набувають однакових за модулем, але протилежних за знаком зарядів. Протилежні за знаком заряди притягуються один до одного. **1.49.** При витягуванні аркуша паперу з пластикового файла електрони переходять з поверхні одного тіла на поверхню другого. Аркуш і файл набувають однакових за модулем, але протилежних за знаком зарядів. **1.50.** Відштовхуватися, тому що палички мають однакові за знаком заряди. **1.51.** Притягуватися одна до одної, оскільки заряди паличок будуть різними за знаком. **1.52.** Потерти паличку об хустку і повільно підносити до кульки. У разі відштовхування кулька заряджена негативно, притягування — позитивно. **1.53.** Негативний. **1.54.** Кулька *a* відштовхується від центрального тіла, тому має позитивний заряд, кулька *b* — негативний. За модулем заряди кульок однакові, оскільки вони знаходяться на однаковій відстані від центрального тіла і взаємодіють однаково (кут нахилу ниток однаковий). **1.55.** Обидві кульки мають негативний заряд, за модулем заряд кульки *b* більший. **1.56.** Зменшиться. **1.57.** Тіло було заряджене негативно. Під час торкання кульки тіло передало їй негативний заряд, який за модулем вдвічі більший за сумарний позитивний заряд кульок на початку досліду: кульки після торкання набули за модулем того самого заряду, що у них був. **1.58.** $3,2 \cdot 10^{-10}$ Кл. **1.59.** $4,8 \cdot 10^{-10}$ Кл. Вони будуть відштовхуватися. **1.60.** Метал — гарний провідник, тому заряди «стікають» по металевому гребінцю. **1.61.** Гумові рукавички не дають «стікати» заряду з палички. **1.62.** Ці електрони можуть вільно пересуватися по металу, тому називаються «вільні». **1.63.** Позитивно заряджені іони. **1.64.** Завдяки провідності повітря наелектризовані тіла будуть швидко втрачати заряди. **1.65.** Це нейтральна частинка: атом Гідрогену. **1.66.** $+e$. **1.67.** $-e$. **1.68.** Наприклад, доторкнутися до

незарядженого тіла, а потім піднести одне до одного. Якщо попередньо перше тіло було заряджене, то вони почнуть відштовхуватися. **1.69.** Наприклад, притягування та відштовхування заряджених тіл. **1.70.** Краплини також заряджені позитивно, це призводить до того, що вони будуть відштовхуватися одна від одної, і вода буде розбризкуватися. **1.71.** Те, що краплини заряджені, призводить до більшого розбризкування. Знак заряду не має значення. **1.72.** Крапельки фарби притягуються до поверхні деталі, не пролітають повз і з більшою силою удараються об неї. Шар фарби стає більш рівномірним та міцним, втрати фарби зменшуються. **1.73.** $+2,4 \cdot 10^{-7}$ Кл. **1.74.** $-7,7 \cdot 10^{-7}$ Кл. **1.75.** Наприклад, торкнутися певним тілом однієї з двох кульок, які попередньо заряджені зарядами одного знаку і підвішені на шовкових нитках в одній точці. У разі, якщо після торкання кульки зійдуться, а потім розійдуться, то тіло, яким торкалися, — провідник. В іншому разі взаємне розташування кульок помітно не зміниться. **1.76.** У другому випадку висота підскоку буде більшою.

2.1. Кулька має негативний заряд. **2.2.** Пластинка має позитивний заряд. **2.3.** Заземлення. **2.4.** Електризація тертям (торканням). **2.5.** За знаком — негативний, за модулем — такий самий, як скляна паличка. **2.6.** Завжди. Якщо тіла спочатку не були заряджені, то вони набувають однакових за модулем, але протилежних за знаком зарядів. **2.7.** Електризація впливом. **2.8.** Модулі зарядів однакові (якщо куля була незарядженою), сторона, що ближча до палички, набуває негативного заряду, протилежна сторона — позитивного заряду. **2.9.** Дослідник і куля отримали певний заряд: цим пояснюється вигляд волосся дослідника та паперових стрічок на поверхні кулі. **2.10.** Кулю та стрижень електроскопа потрібно виготовляти з металу, корпус електроскопа — з пластику. **2.11.** Збільшується. **2.12.** Тому що електроскоп розряджається. **2.13.** Прикріпити до поверхні зарядженого тіла довгі ворсинки. Тоді можна побачити дію електричного поля на ворсинки. **2.14.** Електричне поле зарядів на поверхні кінескопа електризує пил (електризація впливом), і він притягується до поверхні кінескопа. **2.15.** Під впливом електричного поля пил притягується до заряджених металевих стрижнів. **2.16.** Позитивний. **2.17.** Вниз, до негативно зарядженої пластини. **2.18.** $F = mg = 2$ мкН. **2.19.** 0,4 мг. **2.20.** Деякі атоми перетворюються на позитивно заряджені іони, втрачаючи електрони. **2.21.** На негативно заряджені іони. **2.22.** Ні. **2.23.** Для збільшення площі контакту. **2.24.** Під час торкання тіл заряд розподіляється по поверхнях цих тіл. Чим більша площа поверхні, тим більший заряд

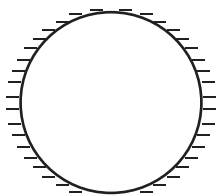
отримує тіло. **2.25.** Практично весь заряд переходить до землі, тому що площа поверхні Землі надто велика. **2.26.** Набуває. **2.27.** Для того щоб заряд, який переносить блискавка, отримувала земля. **2.28.** Для того щоб на корпусі не накопичувалися небезпечні для людини заряди. **2.29.** Див. рисунок. **2.30.** Див. рисунок. **2.31.** Листочки фольги набувають однойменних зарядів і відштовхуються. **2.32** Однойменні заряди відштовхуються незалежно від знаку. **2.33.** У кулі, стрижні електроскопа та листочках фольги спостерігається електризація впливом: куля набуває заряду протилежного знаку заряду тіла, а листочки фольги — однакового. Однойменно заряджені листочки фольги відштовхуються. **2.34.** Негативний. **2.35.** Треба наелектризовану об шовк скляну паличку піднести до кулі електроскопа. Якщо відхилення стрілки збільшиться, то електроскоп заряджений позитивно, якщо зменшиться — негативно. **2.36.** Наелектризовану паличку треба піднести до кулі електроскопа, не торкаючись неї, а з іншого боку доторкнутися рукою. **2.37.** Однойменні заряди відштовхуються і тому розташовуються на поверхні. **2.38.** Ні. Якщо б поле було, воно б змусило рухатися вільні електрони, яких у металі достатня кількість. **2.39.** На поверхні, див. рисунок. **2.40.** Після згортання у циліндр всі заряди перейдуть на зовнішню поверхню циліндра, див. рисунок. **2.41.** Кут збільшився, тому що кульки відштовхуються не тільки одна від одної, але і від листа. Тобто заряд кульок збігається із зарядом листа. **2.42.** Ліва заряджена позитивно, права — негативно. **2.43.** Торкаючись пластини, кулька набуває заряду того ж знаку і притягується до іншої пластини. Потім це повторюється на іншій пластині. **2.44.** Можна завдяки електризації впливом.



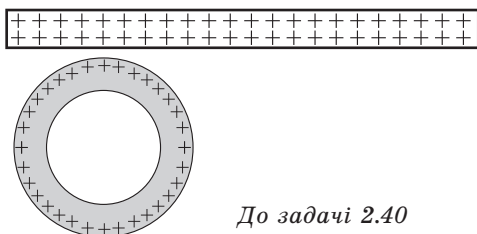
До задачі 2.29



До задачі 2.30



До задачі 2.39



До задачі 2.40

2.45. Ні, зовнішнє електричне поле буде рухати електрони в металі, з якого виготовлена банка, доки в металі буде поле. Після припинення руху всередині провідника електричного поля не буде.

2.46. Електричне поле палички викликає перерозподіл зарядів, і ближчий до палички заряд протилежного знаку притягується сильніше, ніж відштовхується заряд того ж знаку на протилежному кінці клаптика.

2.47. До зарядженої скляної палички буде притягуватися і незаряджена кулька.

2.48. Незалежно від знаку заряду тіла, що підносять, через перерозподіл зарядів у стрижні металева кулька буде від нього відштовхуватися.

2.49. Потрібно піднести позитивно заряджене тіло, негативний заряд стрижня зміститься вліво, і кулька не буде відштовхуватися від нього.

2.50. Якщо заряд маленької кульки такий, що здатний викликати помітний перерозподіл зарядів у великій кульці, то притягання може спостерігатися.

2.51. Збільшиться.

2.52. Зменшиться.

2.53 Щоб «зняти» заряд з поверхні палички.

2.54. Порожнистою, тому що заряди все одно розташовуються на поверхні; з отвором, тому що таку кулю легше заряджати: після торканні кулі зарядженим тілом всередині отриманий кулею заряд виходить на поверхню і не заважає додаванню наступної порції заряду.

2.55. Весь заряд.

2.56. у сухому.

2.57. Там підвищена вологість і є пил у повітрі.

2.58. Відкритий вогонь є джерелом вільних носіїв зарядів. Ці заряди перетворюють повітря у провідник.

2.59. Заряджене тіло викличе перерозподіл зарядів у стінках банки, і на її зовнішній поверхні з'являться заряди того ж знаку, що і заряд центрального тіла. Тому у просторі навколо банки буде існувати електричне поле. Якщо піднести заряджене тіло до консервної банки ззовні, то за рахунок перерозподілу зарядів у стінках банки електричного поля усередині банки не буде.

2.60. Привести кульки у дотикання і піднести заряджену паличку. Вона спричинить у кульках перерозподіл зарядів: одна кулька буде позитивно зарядженою, інша — негативно. Не відводячи палички, від'єднати кульки.

2.61. Попередньо були заряджені не тільки шар, але й корпус електроскопа.

2.62. Стрілка буде відхилятися, тому що електричне поле зарядженого корпусу викликати перерозподіл зарядів у кулі та стрижні електроскопа.

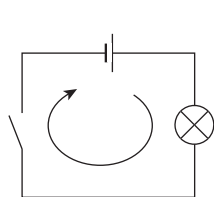
2.63. Попередньо зарядити не тільки кулю, але й корпус електроскопа.

2.64. Піднести кульку, не торкаючись палички, і, торкаючись пальцем, зарядити кульку. Тепер передати весь заряд кульки електроскопу, торкаючись внутрішньої поверхні електроскопа. Потім дію повторювати багато разів. Таким чином можна передати електроскопу значний заряд.

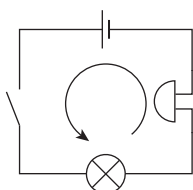
3.1. Для забезпечення певної сили пружності, яка врівноважувала силу електричної взаємодії кульок. **3.2.** Силу електричної взаємодії кульок. **3.3.** Збільшиться у 9 разів. **3.4.** Зменшилася у 4 рази. **3.5.** 45 мкН. **3.6.** 45 мкН. **3.7.** Збільшиться у 4 рази. **3.8.** Не зміниться. **3.9.** Зменшиться. **3.10.** На q_1 — зменшиться (навіть може змінити напрямок і стати за модулем більшою, ніж була), на q_2 — збільшується. **3.11.** 150 нКл або -150 нКл. **3.12.** 5 нКл або -5 нКл. **3.13.** Сила притягання зміниться на силу відштовхування. Модуль сили збільшиться у 3 рази. **3.14.** Сила притягання зміниться на силу відштовхування. Модуль сили збільшиться у 2 рази. **3.15.** Сила притягання зміниться на силу відштовхування. Модуль сили зменшиться у 16/9 разу. **3.16.** 57,6 мкН. **3.17.** $8,3 \cdot 10^{11}$. **3.18.** 5 см. **3.19.** 18 мг. **3.20.** 760 мкН, 40 мкН. **3.21.** На відстані 3 см від меншого заряду. **3.22.** Позитивний заряд 2,25 нКл на відстані 4 см за негативним зарядом -1 нКл. **3.23.** Якщо кулькам передати заряд q , то заряд кожної буде $q_1 = nq$, $q_2 = kq$, де $n+k=1$, $0 < n < 1$, $0 < k < 1$. Добуток зарядів кульок $q_1 q_2 = nkq^2$ буде максимальним при максимальному значенні добутку nk . Відомо, що якщо доданок двох позитивних чисел заданий, максимальне значення їх добутку буде при рівності чисел.

Звідки маємо $n = k = \frac{1}{2}$. Це означає, що заряди кульок, для того щоб сила взаємодії була максимальною, повинні бути рівними. Це буде при умові однаковості кульок. **3.24.** 5,6 нКл і -1,6 нКл або -5,6 нКл і 1,6 нКл.

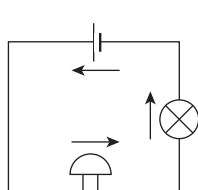
4.1. Рухаються хаотично. **4.2.** Виникає. **4.3.** Виникає. **4.4.** а) Струм не тече; б) вправо; в) вліво; г) вліво. **4.5.** Напрямок струму — у бік землі, електрони будуть рухатися із землі у бік кулі. **4.6.** Від кулі до стрілки. **4.7.** Електрична праска, електричний чайник. **4.8.** Електромагніт, електричний дзвоник. **4.9.** Для того щоб виконувати роботу з розділення зарядів. **4.10.** За рахунок різних джерел енергії: хімічної — у гальванічних елементах, механічної — у турбогенераторах електростанцій тощо. **4.11.** Від позитивного до негативного. **4.12.** Батарея гальванічних елементів, лампочка, ключ, з'єднувальні проводи. **4.13.** Батарея гальванічних елементів, лампочка, електричний дзвоник, ключ, з'єднувальні проводи. **4.14.** Див. рисунок. **4.15.** Див. рисунок. **4.16.** Див. рисунок. **4.17.** Див. рисунок. **4.18.** Див. рисунок. **4.19.** Див. рисунок. **4.20.** Ні. **4.21.** Так. **4.22.** Так. **4.23.** Так. **4.24.** Так. **4.25.** Так. **4.26.** Полум'я спиртівки створює вільні носії зарядів у повітрі, повітря стає провідником, і під дією електричного поля зарядів



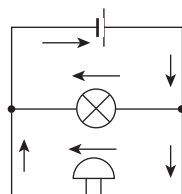
До задачі 4.14



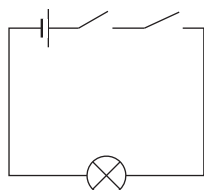
До задачі 4.15



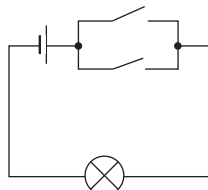
До задачі 4.16



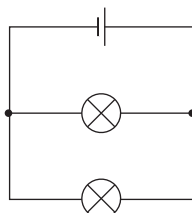
До задачі 4.17



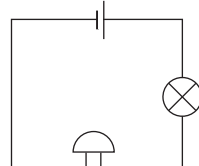
До задачі 4.18



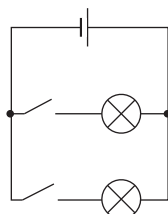
До задачі 4.19



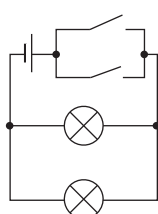
До задачі 4.38



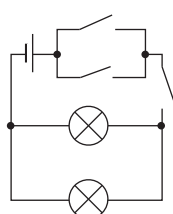
До задачі 4.39



До задачі 4.40

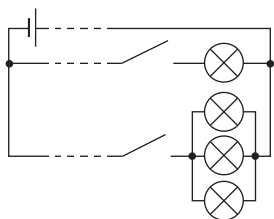


До задачі 4.41

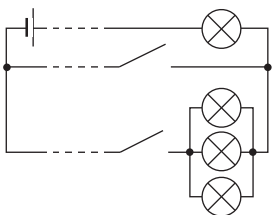


До задачі 4.42

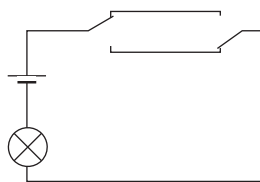
кулі електроскопа виникає струм. **4.27.** Після внесення у тепле приміщення на холодних деталях комп'ютера конденсується волога, яка є провідником електричного струму, і це негативно впливає на роботу комп'ютера. **4.28.** За великої вологості повітря стає провідником, що негативно впливає на роботу електронних пристроїв. **4.29.** Хімічну та теплову. **4.30.** Теплову та світлову. **4.31.** Ні, у джерелах струму позитивні та негативні заряди розділяються під дією різноманітних сил. **4.32.** Від негативного полюса до позитивного. **4.33.** До негативного. **4.34.** Оскільки пристрій симетричний, розділення зарядів у ньому не буде відбуватися. Такий пристрій працювати як джерело струму не буде. **4.35.** Потече, оскільки кислота лимонного соку по-різному буде взаємодіяти із залізом і міддю — відбуватиметься розділення позитивних та негативних зарядів, і даний пристрій буде відігравати роль хімічного джерела струму. **4.36.** У гальванічному елементі відбуваються необоротні хімічні перетворення, які призводять до розділення зарядів, а в акумуляторі розділення зарядів відбувається за рахунок



До задачі 4.49



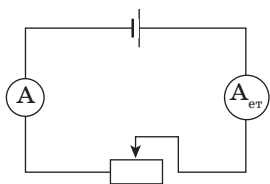
До задачі 4.50



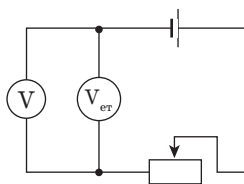
До задачі 4.51

хімічних перетворень, які можуть бути проведені у зворотному напрямку під час зарядження акумулятора. **4.37.** В електрофорній машині — механічна в електричну, у фотоелементах — світлова в електричну. **4.38.** Див. рисунок. **4.39.** Див. рисунок. **4.40.** Див. рисунок. **4.41.** Див. рисунок. **4.42.** Див. рисунок. **4.43.** Ні, оскільки рух одного електрона не можна вважати впорядкованим. **4.44.** Теплова, світлова та хімічна. **4.45.** Протікання струму по проводах та обмотці двигуна супроводжується магнітною дією — це впливає на роботу компаса. **4.46.** Протікання струму по обмотках двигуна тролейбуса супроводжується магнітною дією, в автобусі немає такого помітного джерела магнітної дії. **4.47.** Через рейки. **4.48.** Через металічний корпус двигуна. **4.49.** Див. рисунок. **4.50.** Див. рисунок. **4.51.** Див. рисунок.

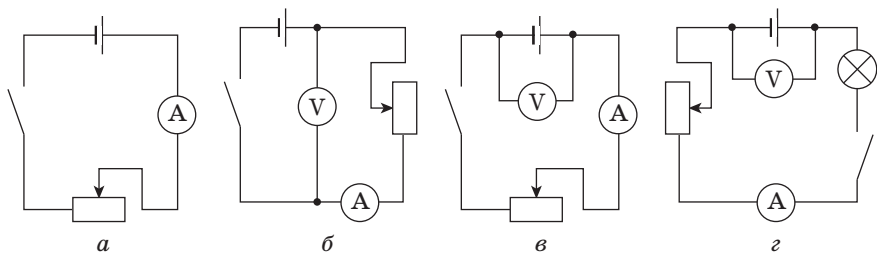
5.1. 4 А. **5.2.** 0,5 А. **5.3.** 3 Кл. **5.4.** 1,6 Кл. **5.5.** 50 Кл. **5.6.** 5 В. **5.7.** 36 В. **5.8.** Ліворуч — амперметр, праворуч — вольтметр. **5.9.** На рисунку *в*. **5.10.** На рисунку *в*. **5.11.** 144 кКл. **5.12.** 1 год. 15 хв. **5.13.** 36 кКл. **5.14.** $5 \cdot 10^{14}$. **5.15.** $1,5 \cdot 10^{14}$. **5.16.** 60 Кл. **5.17.** 0,6 Дж. **5.18.** Однаковий. За законом збереження заряду, якщо немає розгалуження кола у будь-якому перерізі провідника, скільки заряду втікає, стільки ж витікає. **5.19.** Обидва вольтметри показують напругу на ділянці кола, яка містить електричний дзвоник. **5.20.** Див. рисунок. **5.21.** Див. рисунок. **5.22.** а) Вольтметр, б) амперметр, в) кілоамперметр, г) міліамперметр, д) мікроамперметр. **5.23.** У вольтметра на рисунку *б* ціна поділки становить 0,1 В. **5.24.** а) 1,4 мА, б) 0,3 мкА, в) 5 А. **5.25.** а) 7,5 В, б) 10 мВ,



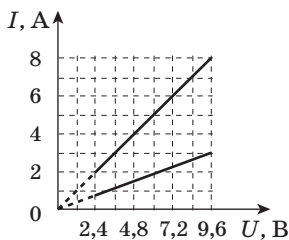
До задачі 5.20



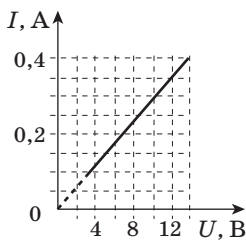
До задачі 5.21



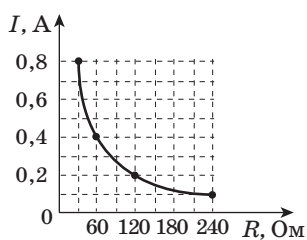
До задачі 6.25



До задачі 6.31



До задачі 6.32



До задачі 6.44

в) 3,6 кВ. **5.26.** Тому що акумулятор як віддає заряд (коли живить бортову мережу), так його і отримує (коли відбувається зарядка акумулятора). **5.27.** Напругу і силу струму потрібно виміряти двічі. **5.28.** 30 А, 0,1 мА, 0,1 мА. **5.29.** Треба зняти показання прилада, а потім показання шкали помножити на множник на перемикачі діапазонів вимірювання. **5.30.** 2,5 мм/с. **5.31.** 73 Мм/с.

6.1. 0,5 А, 2 А, 2,5 А. **6.2.** 4 В, 6 В, 10 В. **6.3.** 6 В. **6.4.** 12 В. **6.5.** 0,9 А. **6.6.** 1,5 А. **6.7.** Резистор 2. **6.8.** 4 Ом. **6.9.** $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 1 \text{ Ом}$. **6.10.** Різним опором у робочому стані. **6.11.** 30 Ом. **6.12.** 5 Ом. **6.13.** 880 Ом, 220 В. **6.14.** 0,8 В. **6.15.** 7,2 В. **6.16.** 2,7 В. **6.17.** 0,6 А. **6.18.** 1,1 Ом. **6.19.** Залізний у 3,6 рази. **6.20.** Срібний у 13 разів. **6.21.** Той, що має меншу довжину. **6.22.** Той, що має меншу товщину. **6.23.** 1 Ом. **6.24.** 400 Ом. **6.25.** Див. рисунок. **6.26.** Будуть збільшуватися. **6.27.** Будуть збільшуватися. **6.28.** Ні, опір ділянки залежить від того, з яких провідників складається ділянка кола. **6.29.** Для того, щоб при зміні напруги на ділянці кола сила струму залишалася незмінною, треба відповідно змінити опір ділянки. Це можливо, якщо ділянка кола буде мати в своєму складі реостат. **6.30.** При перевищенні напруги сила струму стане занадто великою і нитка розжарювання перегорить. **6.31.** Див. рисунок. **6.32.** Від 3,5 до 14 В. **6.33.** 2 мм². **6.34.** 1,26 мм². **6.35.** 20,4 м. **6.36.** 655 м.

6.37. 1000 м. **6.38.** 200 м. **6.39.** 6,25 мм². I, A

6.40. 10 мм². **6.41.** 2,8 Ом. **6.42.** 210 Ом.

6.43. 0,24 (Ом·мм²)/м. **6.44.** Див. рисунок.

6.45. Див. рисунок. **6.46.** За напрямком

руху годинникової стрілки. **6.47.** 8 Ом,

32 Ом. **6.48.** Другий дріт має в 1,25 разу

більший опір, ніж перший. **6.49.** Зріс

у 16 разів. **6.50.** 12,5 Ом. **6.51.** Можна, опір

труби 4 мОм. **6.52.** Діаметр якого менший.

6.53. Довжина якого більша. **6.54.** З алю-

мінію. Алюмінієвий дріт буде мати масу, в 2 рази меншу за масу

мідного дроту при такому ж опорі. **6.55.** 4,4 А. **6.56.** 1,25 А.

6.59. 5 В. **6.58.** 154 В. **6.59.** Перший у 2,25 разу. **6.60.** 1,26 Ом.

6.61. Першого — зменшаться, другого — не змінюватиметься.

6.62. 1 км. **6.63.** Треба виміряти опір та масу дроту. Знадобляться

такі прилади: омметр (можна гальванічний елемент, амперметр та вольтметр) і терези. Також знадобиться таблиця густин.

7.1. Дроти підключені до лампи послідовно, в міру зростання

їх довжини загальний опір кола збільшується і відповідно зменшу-

ється сила струму в колі. **7.2.** 3 В. **7.3.** 0,5 В. **7.4.** 9,6 В. **7.5.** 9 Ом.

7.6. 5,8 Ом. **7.7.** 4,5 Ом. **7.8.** 3,5 Ом. **7.9.** Під час переміщення

вниз — зменшуються, угору — збільшуються. **7.10.** Збільшать-

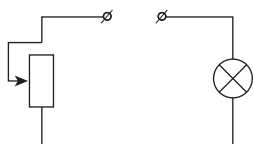
ся. **7.11.** 96 мВ, 32 мВ, 128 мВ. **7.12.** 3 А, 6 В. **7.13.** У 5 разів,

у 6 разів, у 20 разів. **7.14.** На кінцях нікелінового у 15 разів.

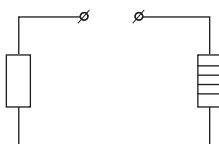
7.15. 1 А. **7.16.** 2 В. **7.17.** 7 В. **7.18.** Від 50 до 250 Ом. **7.19.** 2,3 Ом.

7.20. 40 Ом. **7.21.** 50 мА. **7.22.** 2 Ом. **7.23.** 276 Ом, див. рисунок.

7.24. 8 Ом, 24 В, див. рисунок. **7.25.** Потрібно послідовно з'єднати 40 лампочок.



До задачі 7.23



До задачі 7.24

8.1. Тому що при паралельному з'єднанні відключення одного

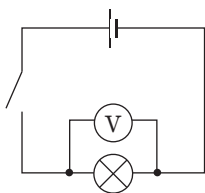
приладу не впливає на роботу інших. **8.2.** Паралельно. Ніяк не

вплине. **8.3.** Див. рисунок. **8.4.** Див. рисунок. **8.5.** Див. рисунок.

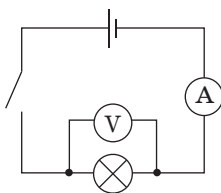
8.6. Тому що через контакти вимикача тече загальний струм всіх

ламп у люстрі. **8.7.** При паралельному з'єднанні лампочок сила

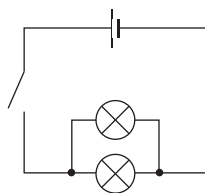
струму у нерозгалуженій частині кола дорівнює сумі сил струму



a

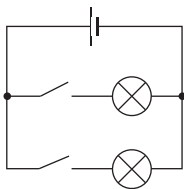


б

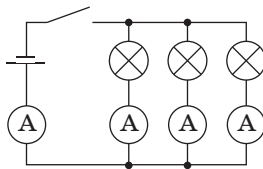


в

До задачі 8.3



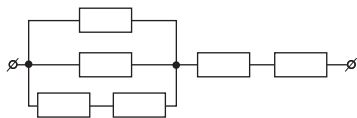
До задачі 8.4



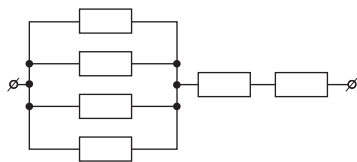
До задачі 8.5

через кожну лампочку. **8.8.** До розриву показання вольтметрів були однакові, після розриву кола в точці *O* показання другого вольтметра не зміняться, перший буде показувати нуль. **8.9.** Показання амперметра збільшаться. **8.10.** Показання амперметра збільшаться удвічі. **8.11.** Обов'язково зменшиться. **8.12.** У два рази менший за опір одного резистора. **8.13.** У резисторі 30 Ом струм у 3 рази більший, ніж у резисторі 90 Ом. **8.14.** Другого в 4 рази. **8.15.** 45 Ом. **8.16.** 48 Ом. **8.17.** 0,6 А, 0. **8.18.** 30 Ом, 0,6 А, 1,8 А. **8.19.** 1,1 А. **8.20.** 0,5 А. **8.21.** 0,5 А. **8.22.** 80 мА, 120 мА, 200 мА. **8.23.** 22 Ом, у 9 разів більший за опір резистора, по якому тече струм 200 мА. **8.24.** $1/4$. **8.25.** $6/7$. **8.26.** По мідному у 5,9 рази більший. **8.27.** По ніхромовому, 0,28. **8.28.** 1,8 Ом, 0,6 А, 0,4 А, 0,3 А. **8.29.** Зменшиться у 1,5 рази. **8.30.** 5,5 Ом. **8.31.** 96 Ом. **8.32.** 2 Ом. **8.33.** 27 Ом. **8.34.** Зменшиться у 1,25 рази. **8.35.** Збільшиться на 33 %. **8.36.** 6 кОм. **8.37.** 0,008 %. **8.38.** 200 кОм. **8.39.** У точках, які поділяють кільце у співвідношенні 1/2.

9.1. Збільшився. **9.2.** Зменшився. **9.3.** Зменшився. **9.4.** Збільшився. **9.5.** Зменшився. **9.6.** а) 6 Ом, б) 3 Ом, в) 1,3 Ом. **9.7.** б. **9.8.** 12 Ом. **9.9.** 6 резисторів, див. рисунок. **9.10.** 6 резисторів, див. рисунок. **9.11.** 1 і 0,5 А. Показання амперметрів А і А1 будуть зменшуватися, амперметра А2 — залишаться без змін. **9.12.** 25 мА, 100 мА. **9.13.** а) 1 кОм, б) 200 Ом, в) 550 Ом. **9.14.** а) 250 Ом, б) 160 Ом, в) 160 Ом, г) 250 Ом. **9.15.** При паралельному з'єднанні — у 6,25 рази менший. **9.16.** 90 Ом. **9.17.** Показання всіх приладів збільшаться. **9.18.** Вліво — показання амперметра збільшуватимуться, показання



До задачі 9.9



До задачі 9.10

вольтметра зменшуватимуться, вправо — навпаки. **9.19.** 1,5 А. **9.20.** 22 В. **9.21.** $I_1 = I_5 = 100$ мА, $I_2 = I_4 = I_6 = 25$ мА, $I_3 = 75$ мА. **9.22.** $U_1 = U_5 = 4$ В, $U_2 = U_4 = U_6 = 1$ В, $U_3 = 3$ В. **9.23.** Опір резистора співрозмірний опорю вольтметра. Це означає що опір амперметра порівняно з опором резистора малий, і тому амперметр, який підключений послідовно до резистора, практично не змінює опору ділянки кола і на цій ділянці напруга буде практично такою самою, як і на резисторі. Тож треба використовувати схему в.

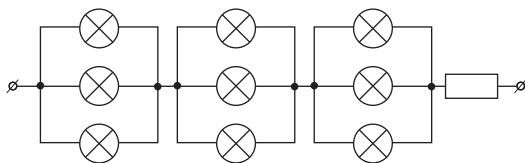
9.24. 5 Ом. **9.25.** 5,6 Ом. **9.26.** $\frac{1+\sqrt{5}}{2} \cdot R \approx 3,2$ Ом.

10.1. Якщо збільшувати напругу. **10.2.** Зросла. **10.3.** Нагору — зменшиться, униз — збільшиться. **10.4.** Тому що їх опір значно менший і значно менша напруга на цих проводах, а сила струму однакова. **10.5.** Для того щоб розімкнути коло. Інакше зростання струму за рахунок нагрівання проводів може призвести до пожежі. **10.6.** Під час зростання струму в проводах вони помітно нагріваються. **10.7.** Для того щоб запобіжник швидко розплавився під час досягнення сили струму граничного значення. **10.8.** Для того щоб першим нагрівся й розплавився запобіжник, а не проводи електричного кола. **10.9.** Загальний опір збільшиться і, згідно з формулою

$P = \frac{U^2}{R}$, споживана потужність зменшиться. **10.10.** Скорочена спі-

раль має менший опір, тому споживана потужність збільшується. **10.11.** 1,32 кДж. **10.12.** 880 Дж. **10.13.** 190 кДж. **10.14.** 99 кДж. **10.15.** 2,2 кВт. **10.16.** 24 Вт. **10.17.** 2 А. **10.18.** 108 Вт. **10.19.** 220 В. **10.20.** 220 В. **10.21.** 0,1 А. **10.22.** 10 А. **10.23.** 0,42 (Ом·мм²)/м. **10.24.** 0,22 (Ом·мм²)/м. **10.25.** Більша в резисторі 50 Ом у 5 разів. **10.26.** Більша в резисторі 400 Ом у 2 рази. **10.27.** а) 6,75 Вт, б) 13,5 Вт, в) 30,4 Вт. **10.28.** 66 Вт. **10.29.** 24 лампочки. **10.30.** 50 кВт. **10.31.** Оскільки лампочки ввімкнені послідовно, то сила струму через них однакова. Тому потужність струму більшою буде в тій лампочці, яка має більший опір. Це лампочка на 60 Вт. **10.32.** 73 В на лампочці «220 В, 120 Вт» і 147 В на лампочці «220 В, 60 Вт».

10.33. Лампочка 1 працює з більшим накалом, ніж лампочки 2 і 3.
10.34. Лампочка 1 працює з більшим накалом, ніж лампочки 2 і 3. **10.35.** У 2 рази більший через лампочку потужністю 120 Вт.
10.36. Оскільки при свердленні затупленим свердлом виконується додаткова робота, що призводить до значного нагрівання свердла та деталі, дріль буде споживати більшу потужність від мережі електричного струму. **10.37.** Тролейбус, який рухається з більшою швидкістю, за той самий час проїде більшу відстань і витратить більше енергії електричного струму для подолання сили опору руху, тому і потужність струму в обмотках його двигуна буде більшою. **10.38.** 240 А. **10.39.** 20 м/с. **10.40.** 4 кДж. **10.41.** 594 кДж. **10.42.** 57 А. **10.43.** 75 %. **10.44.** 0,8 л. **10.45.** 0,5 л. **10.46.** 8,1 м. **10.47.** 3 кг. **10.48.** 9 лампочок. **10.49.** 3 хв при паралельному з'єднанні і 16 хв при послідовному. **10.50.** 36 мс.

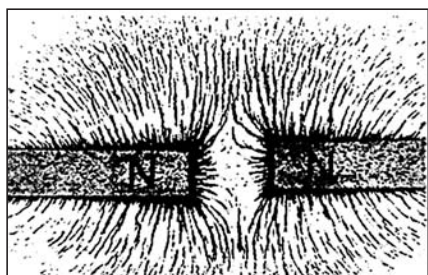


До задачі 10.48

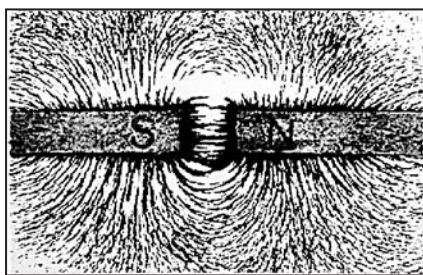
11.1. Електрони. **11.2.** Хаотично (невпорядковано). **11.3.** При зростанні температури збільшується. **11.4.** Позитивно та негативно заряджені іони. **11.5.** Збільшується. **11.6.** 1,1 г. **11.7.** 16,5 г. **11.8.** 0,4 г. **11.9.** 0,15 г. **11.10.** Лампи денного світла, дугові, енергозберігаючі. **11.11.** Іскрового. **11.12.** Коронний. **11.13.** Дуговий. **11.14.** Тліючий. **11.15.** Електронно-діркову. **11.16.** Електрони. **11.17.** Діркової. **11.18.** Є, саме воно забезпечує впорядкований рух електронів. **11.19.** Ні, заряджені частинки, рухаючись хаотично, всі разом повільно пересуваються в напрямку дії електричного поля. **11.20.** У металах упорядковано рухаються тільки електрони від «+» до «-», а в електролітах — позитивно та негативно заряджені іони, відповідно до катода та анода. **11.21.** Зі зростанням температури зменшується. **11.22.** 6,7 А. **11.23.** 9,8 А. **11.24.** 2 год. 28 хв. **11.25.** 1 год. 45 хв. **11.26.** 0,3 мг/Кл. **11.27.** 2,9 кКл. **11.28.** 18 кКл. **11.29.** Опуститься, полум'я створює в повітрі вільні електрони та позитивно заряджені іони. **11.30.** Розряд стане більш інтенсивним тому, що рентгенівські промені іонізують молекули повітря. **11.31.** Тому що рентгенівські промені іонізують молекули повітря. **11.32.** Найменші домішки можуть суттєво вплинути на провідність напівпровідникового кристалу. **11.33.** Дірковою.

11.34. Електрони. **11.35.** Електронну. **10.36.** $t_1 > t_3 > t_2$. **11.37.** При протіканні струму електроліт нагрівається, що підвищує ступінь електролітичної дисоціації (тобто частку молекул розчиненої речовини, які розпалися на катіони та аніони). **11.38.** У ванні 3 у 2 рази більше, ніж у ванні 1 та 2. **11.39.** Якщо ванни з'єднані послідовно, то виділиться однакова кількість заліза, якщо паралельно — більше у тій ванні, де розчин буде більш концентрований. **11.40.** 15 мкм. **11.41.** 36 мкм. **11.42.** 1 год. **11.43.** 5 год. 56 хв. **11.44.** 1,9 МДж. **11.45.** $7,3 \cdot 10^9$ Дж. **11.46.** $1,2 \cdot 10^{13}$ Дж. **11.47.** $4,7 \cdot 10^9$ Кл. **11.48.** Електронно-діркову. Для отримання напівпровідника *p*-типу треба збільшити кількість атомів Галію, *n*-типу — атомів Арсену. **11.49.** 0,1 мкм/с. **11.50.** $1,8 \cdot 10^9$ Кл.

12.1. У магнітному полі магніту цвях намагнічується. **12.2.** Залізні ошурки в магнітному полі магніту намагнічуються і стають схожими на магнітні стрілки. **12.3.** Шестерні коробки передач сталеві, і сталеві ошурки притягуються до магнітної пробки. **12.4.** Стрілка розвернеться північним полюсом до магніту. **12.5.** Вони розвернуться південним та північним полюсами одна до одної. **12.6.** Магніти, що підвішені на нитках, будуть повертатися, доки північний полюс розташується напроти південного полюса нерухомого магніту. Якщо дивитися зверху, то перший магніт повернеться за годинниковою стрілкою, другий — проти годинникової стрілки. **12.7.** У точках *A*, *B* — північним полюсом праворуч, у точці *C* — північним полюсом ліворуч. **12.8.** а) Зверху — південний, знизу — північний; б) справа — північний, зліва — південний; в) зверху — два північних, знизу — один південний (він складається з двох південних). **12.9.** Знизу догори. **12.10.** Справа наліво. **12.11.** Ні. Магнітна стрілка притягує до себе залізну скріпку, навіть якщо вона не намагнічена, а та, у свою чергу, притягує магнітну стрілку. **12.12.** Сталеві корпуси сучасних суден у магнітному полі землі намагнічуються, і це впливає на роботу магнітного компаса. **12.13.** Це немагнітні матеріали. **12.14.** Алюмінієвий сплав або деревина. **12.15.** Вони будуть відштовхуватися цими кінцями й притягуватися протилежними. **12.16.** Буде, тому що залізний цвях під дією магнітного поля магніту намагнітився. **12.17.** Верхня кулька намагнічується магнітом, намагнічує другу кульку і так далі. **12.18.** Однойменними один до одного. **12.19.** а) Нижній розвернеться на 180° і притягнеться до верхнього; а) нижній відразу притягнеться до верхнього. **12.20.** а) нижній відразу притягнеться до верхнього; а) нижній розвернеться на 180° і притягнеться до верхнього. **12.21.** Ми отримаємо два «слабкіших» магніти з двома



a



б

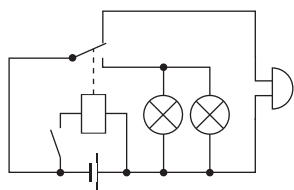
До задачі 12.28

полюсами. **12.22.** Кожна частина буде являти собою «слабкіший» магніт з двома полюсами: північним і південним. **12.23.** Що навкруги зустрічаються поклади магнітного залізняку. **12.24.** Або в лабораторію внесли магніт і рухають його хаотично, або відбувається магнітна буря. **12.25.** Поряд з Північним географічним — Південний магнітний (на рисунку у верхній частині земної кулі), поряд з Південним географічним — Північний магнітний. **12.26.** Покласти стрижень на шматок дерева та опустити на воду. Якщо стрижень намагнічений, то він буде повертатися та орієнтуватися в магнітному полі землі. **12.27.** Провести кінцем одного стрижня вздовж іншого: намагнічений стержень своїм кінцем буде однаково притягувати інший стрижень і на кінцях, і всередині; ненамагнічений буде помітно притягуватися до його кінців намагніченого стрижня і не буде притягуватися до його середини. **12.28.** Див. рисунок. **12.29.** а) На великій відстані — стрілки вишукались під дією магнітного поля Землі, б) впритул — стрілки взаємодіють одна з іншою. **12.30.** За певної температури залізо втрачає здатність притягуватися до електромагнітів. **12.31.** За певної температури домени втрачають впорядковане розташування і залізна пластинка втрачає магнітні властивості. Коли пластинка виходить з полум'я та остигає, то вона знов набуває властивості притягуватися до магніту. **12.32.** Під час ударів домени втрачають впорядковане розташування, і намагніченість магніту зменшується. **12.33.** Під час ударів домени легше переорієнтуються у магнітному полі магніту. **12.34.** За рахунок електризації впливом заряджена паличка буде притягувати до себе будь-який кінчик стрілки. **12.35.** Під час ударів відрізок труби намагнітився у магнітному полі Землі.

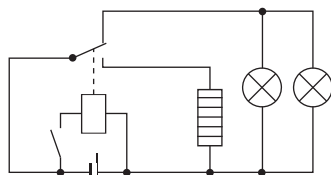
13.1. Вона розвернеться перпендикулярно до дроту. **13.2.** Вона розвернеться перпендикулярно до дроту. **13.3.** Схожа на картину магнітного поля стрічкового магніту. **13.4.** Котушка, по якій тече

струм, набуває властивості стрічкового магніту, і тому вона притягнулася до магніту в руках учня. **13.5.** Тому що котушки, по яких течуть струми, мають властивості магнітів. **13.6.** Магнітна. **13.7.** Щоб струм протікав по проводу а між витками не протікав. **13.8.** Залізне осердя підсилює магнітну дію струму, що протікає по котушці. **13.9.** Вгору. **13.10.** Якщо дивитися на котушку праворуч, то струм по вітках тече проти напрямку руху годинникової стрілки. **13.11.** Всередині котушки — праворуч, ззовні — ліворуч. **13.12.** Центральний полюс — позитивний, боковий — негативний. Якщо таке саме положення буде займати стрілка, що буде знаходитися над проводом, то розміщення полюса бути іншим. **13.13.** Вона розвернеться перпендикулярно до дроту північним полюсом до нас. **13.14.** Розташувати магнітну стрілку над (або під) проводом і за напрямом магнітного поля за допомогою правила свердлика визначити напрямок струму в проводі. **13.15.** Ні, тому що два однакових за силою, або протилежних за напрямком струми створюють магнітні поля, які взаємно компенсуються. **13.16.** Відштовхуються, тому що них течуть струми у протилежних напрямках. **13.17.** Воно розтягнеться. **13.18.** Також будуть притягуватися, і тому поверхня розчинів підніметься з тих боків ванн, які розташовані ближче одна до одної. **13.19.** а) Поле відсутнє тому що поля струмів протилежно спрямовані і компенсують одне одного; б) поля струмів будуть додаватися, і поле в точці А буде в 2 рази сильніше за поле одного проводу. **13.20.** Стрілка залишиться в тому самому положенні. **13.21.** Відштовхнеться, розвернеться і притягнеться до магніту. **13.22.** Електромагніти підключені до джерела струму тільки тоді, коли торкаються півкільця з провідника. За рахунок їх дії магнітні уламки залізної руди притягуються до барабана і відпадають від нього, коли немагнітна пуста порода вже упала у відповідний бункер. **13.23.** Електромагніт притягує залізні вироби тільки тоді, коли по його обмотках протікає струм. У разі вимкнення струму електромагніт «відпускає» вантаж. **13.24.** Для того щоб компенсувати остаточну намагніченість осердя. **13.25.** У разі досягнення сили струму певної межі магнітне поле електромагніту долає силу пружності пружини і розриває коло. **13.26.** Якщо з'єднати обмотки так, що через відповідну спрямованість їхні магнітні поля будуть послаблювати одне одного, електромагніт взагалі може не проявляти магнітної дії. **13.27.** Треба в обмотці розташувати однакову кількість витків і в одному напрямку й у зворотному. **13.28.** Клеми 2–3 підключаються до джерела струму, яке живить

обмотку електромагніту реле, клема 1, 4, 5 підключаються до кола, струм у якому потрібно переключати за допомогою реле. **13.29.** Див. рисунок. **13.30.** Див. рисунок.

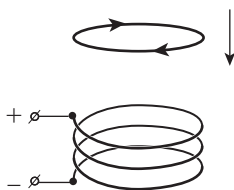


До задачі 13.29

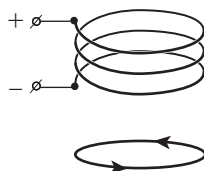


До задачі 13.30

14.1. Сила Ампера. **14.2.** Напрямок сили Ампера залежить від напрямку струму в провіднику. **14.3.** Вниз. **14.4.** Праворуч — північний, ліворуч — південний. **14.5.** У випадку *a*. **14.6.** У випадку *в*. **14.7.** У випадку *б*. **14.8.** Якщо дивитися зверху, то проти напрямку руху годинникової стрілки. **14.9.** Ліворуч — північний, праворуч — південний. **14.10.** У міру їх закручування зростає сила пружності, яка компенсує силу Ампера, тому за кутом повороту стрілки можна визначити силу струму в рамці. **14.11.** Струм по обмотці гальванометра залежно від полярності підключення до електричного кола може протікати в різних напрямках. **14.12.** Під час протікання змінного струму в обмотках електромагніту створюється змінне магнітне поле, і залізна мембрана притягується до електромагніту з різною силою. За рахунок цього мембрана починає коливатися й випромінювати звуки. **14.13.** Постійні магніти діють на котушку зі струмом силою Ампера, яка змінюється залежно від зміни сили струму. Це призводить до коливання котушки і приєднаного до неї дифузора. Дифузор, що коливається, випромінює звуки. **14.14.** Дифузор разом із котушкою зміститься вперед (або назад, у глибину гучномовця). Якщо поміняти полярність підключення гальванічного елемента, то напрямок переміщення дифузора зміниться на протилежний. **14.15.** Рамка буде повертатися до тих пір, доки сила Ампера, що діє на частини рамки, матиме обертальний момент (тобто до тих пір, доки плече сили Ампера буди ненульовим). **14.16.** Треба по черзі підключити до акустичних систем гальванічний елемент і визначити полярність, за якої дифузори гучномовців рухаються в одному напрямку. **14.17.** Для того щоби за будь-якого положення ротора відносно магнітів статора була обмотка, на яку магнітне поле здійснює обертальну дію. **14.18.** Для почергового переключення обмоток електродвигуна.



До задачі 15.18



До задачі 15.19

Так можна забезпечити постійну обертальну дію магнітного поля на обмотки ротора електродвигуна. **14.19.** Електромагніт створює змінне магнітне поле, яке діє на пружні сталеві пластинки зі змінною силою. Сильніше буде коливатися та пластинка, для якої частота зміни поля (а значить, і струму) збігається із власною частотою коливань.

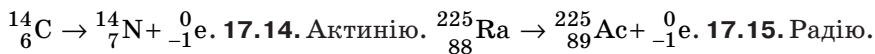
15.1. Якщо підносити мідну пластинку, показання динамометра будуть зменшуватися, картонну — ні. **15.2.** Із замкненої — більших зусиль. **15.3.** Скрізь замкнену — більший. **15.4.** У випадку *в*. **15.5.** Коли рамку обертають навколо осі *ef*. **15.6.** При обертанні відносно осі *ab* і *bc*. **15.7.** Індукційний струм у кільці з'явиться під час зрушення повзунка реостат з місця. Швидкість пересування повзунка буде впливати на силу цього струму, напрямком пересування — на напрямок струму. **15.8.** З міднім. **15.9.** При замкнених клеммах у котушці приладу під час її коливання виникає індукційний струм, який гасить коливання за рахунок магнітної взаємодії котушки з магнітною системою приладу. **15.10.** Суцільне, тому що в ньому виникає індукційний струм. **15.11.** Суцільне, воно буде рухатися за магнітом. **15.12.** Котушка буде відштовхуватися від магніту незалежно від того, яким полюсом магніт підносять до котушки. **15.13.** У разі коли електромагніт підключений до джерела струму, у пластинці виникає індукційний струм, магнітне поле якого намагається протидіяти тому, що пластинка рухається в магнітному полі електромагніту. Тому коливання швидко затухають. **15.14.** Коливання магніту над алюмінієвим листом викликають у листі індукційний струм. Магнітне поле цього струму протидіє коливанню магніту. **15.15.** Вліво. **15.16.** Праворуч — південний, ліворуч — північний. **15.17.** Якщо дивитися на котушку з боку магніту, то напрямок струму протилежний напрямку руху годинникової стрілки. **15.18.** Див. рисунок. **15.19.** Див. рисунок. **15.20.** Збільшувати. **15.21.** Підскочить. **15.22.** У разі швидкого зняття кільця потрібно прикласти більше зусиль. **15.23.** Проти напрямку руху годинникової стрілки. **15.24.** При розмиканні

ключа. **15.25.** У будь-якому. **15.26.** Проти напрямку руху годинникової стрілки. **15.27.** Знизу — північний, зверху — південний. **15.28.** Якщо дивитися зверху, рамка у даний момент рухається за напрямком руху годинникової стрілки.

16.1. Кількість протонів у ядрі елемента є порядковим номером цього елемента в таблиці Періодичної системи. У ядрі атома Нітрогену 7 протонів. **16.2.** 16: 8 протонів і 8 нейтронів. **16.3.** 10. **16.4.** 13. **16.5.** 6. **16.6.** Барію. **16.7.** Селен. **16.8.** 40 протонів, 51 нейтрон. **16.9.** 57 протонів, 82 нейтрони. **16.10.** Протон у 1880 разів більшу. **16.11.** Електрон, у 1880 разів. **16.12.** За рахунок сильної взаємодії. **16.13.** Нейтральний атом — ні, іон — може: протон є одночасно позитивно зарядженим іоном Гідрогену. **16.14.** Гідрогену. **16.15.** Атом Гідрогену складається з протона та електрона, а електрон має дуже малу масу порівняно з масою протона. **16.16.** Атом Гідрогену має розміри, у сто тисяч разів більші, ніж протон. **16.17.** Приблизно в 11 разів. **16.18.** Феруму, приблизно в 14 разів. **16.19.** 7 нуклонів: 3 протони і 4 нейтрони. **16.20.** 64 нуклони: 29 протонів і 35 нейтронів. **16.21.** $+16e$. **16.22.** $+36e$. **16.23.** Стануму. **16.24.** Цинк. **16.25.** 234 нуклонів: 92 протони і 142 нейтрони. **16.26.** Ванадію. **16.27.** Цезію. **16.28.** Воно залишиться ядром атома Ксенону тільки з меншою атомною масою, тобто перетвориться на один з ізотопів Ксенону. **16.29.** Нептунію. **16.30.** $1,6 \cdot 10^{-13}$ Дж. **16.31.** 60 МеВ. **16.32.** $8 \cdot 10^{11}$ Дж. **16.33.** 1,5 т. **16.34.** Це різні ізотопи одного елемента — Гідрогену. У них однакова кількість протонів і електронів і різна — нейтронів. **16.35.** У випадку б. **16.36.** Коли ядра містять по 39 протонів, вони будуть ізотопами Ітрію. **16.37.** Вони діють на дуже малих відстанях (порядку розмірів ядра) і значно «сильніші» за кулонівське відштовхування протонів у ядрі. **16.38.** Відстань між крайніми частинами ядра під час його коливання може стати більшою, ніж відстань дії ядерних сил, і кулонівське відштовхування розірве ядро. **16.39.** 42 м. **16.40.** На 20 °С. **16.41.** Кам'яного вугілля потрібно у 1500 разів більше, ніж урану. **16.42.** 80 %.

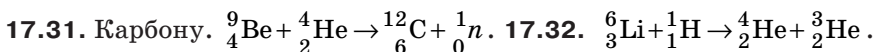
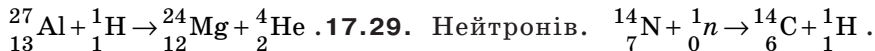
17.1. Тому що магнітне поле діє з певною силою на рухомі заряджені частинки. У складі радіоактивного випромінювання є позитивно та негативно заряджені частинки, а також нейтральне випромінювання. **17.2.** Та, яка немає заряду. **17.3.** В атоми Гелію. **17.4.** Номер елемента у таблиці Менделєєва збільшується на 1, кількість нуклонів у ядрі залишається без змін. **17.5.** Номер елемента у таблиці Менделєєва зменшується на 2, кількість нуклонів у ядрі зменшується на 4. **17.6.** Зменшується. **17.7.** Зменшується.

17.8. Для того щоб на шляху α -частинок було менше атомів золота. **17.9.** Для реєстрації α -частинок за спалахами світла у місцях потрапляння α -частинок в екран. **17.10.** Відхилитися, тому що електроскоп буде заряджатися. **17.11.** Відхилиться ще більше. **17.12.** Кут відхилення стрілки буде спочатку зменшуватися до нуля, а потім знов буде збільшуватися. **17.13.** У Нітроген.



Кобальту-60 у 240 разів. **17.18.** У Цезію-137 у 53 рази більша. **17.19.** $1,35 \cdot 10^{11}$ розпадів. **17.20.** $2 \cdot 10^{12}$ розпадів. **17.21.** $5 \cdot 10^{18}$ атомів. **17.22.** $5 \cdot 10^{16}$ атомів. **17.23.** α -частинки мають позитивний заряд, достатньо велику масу та швидкість. **17.24.** Ядро атома Ауруму має такий же за знаком заряд, що й α -частинка, а масу, приблизно у 50 разів більшу. **17.25.** Нейтрони. **17.26.** Якщо направити α - і β -випромінювання на металеві пластинки, які будуть підключені до споживача електричної енергії, то такий пристрій є джерелом струму (такі джерела струму називають-

ся радіоізотопними). **17.27.** Електричний струм. **17.28.** Магнію.



17.37. 5 α -розпадів і 5 β -розпадів. **17.38.** 375 Бк. **17.39.** 3200 Бк. **17.40.** 0,5 мДж. **17.41.** Розміри ядра набагато менші, ніж розміри атома. **17.42.** Тому що практично вся маса атома сконцентрована у дуже малій частині і має позитивний заряд. **17.43.** Розміри ядра набагато менші, ніж розміри атома. **17.44.** Для того щоб кількість нейтронів, необхідних для підтримки реакції, не зменшувалася за рахунок їх втрати через зовнішню границю зразка. **17.45.** У природному урані основна частина атомів припадає на Уран-238, який не підтримує ланцюгової реакції. Щоби реакція протікала, треба підвищувати вміст атомів Урану-235 — збагачувати природний уран.

18.1. Для того щоб температура в ньому не перевищила безпечної межі. **18.2.** У вигляді кінетичної енергії ядер-осколків і нейтронів. У макроскопічних масштабах це теплова енергія. **18.3.** Невелику кількість радіоактивного Йоду додати до їжі, а потім за допомогою реєструючих пристроїв простежити його шлях до залози і переміщення всередині неї. **18.4.** Швидко зростаючі клітини пухлин поглинають атоми Фосфору. Невелику кількість радіоактивного Фосфору домішати до їжі, а потім виявити його підвищену концентрацію за допомогою реєструючих пристроїв. **18.5.** Джерело та приймач γ -випромінювання встановлюють у верхній частині вагона на протилежних бортах. Коли вагон заповнюється, руда перекриває γ -випромінювання і приймач дає сигнал на припинення навантаження. **18.6.** На великій проникній властивості γ -променів. **18.7.** При опроміненні інструментів γ -випромінюванням мікроби та віруси гинуть. **18.8.** Для стерилізації. **18.9.** Немає. **18.10.** Поблизу гранітних кар'єрів. **18.11.** Збільшуватиметься за рахунок космічного випромінювання. **18.12.** Поглиненої. **18.13.** Ні, потрібно ще знати, яке це було випромінювання. **18.14.** Іонізація. **18.15.** 42 Гр. **18.16.** 63 Гр. **18.17.** Приблизно на $5 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}$. **18.18.** На $5,4 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}$ **18.19.** 0,29 мГр. **18.20.** 0,56 мкГр/с. **18.21.** 1,5 с, якщо за небезпечну дози прийняти 1 мЗв. **18.22.** 0,1 Гр/с. **18.23.** $4,7 \cdot 10^{-10} \text{ Гр/с}$. **18.24.** $4 \cdot 10^{-9} \text{ Гр/с}$.

ДОДАТОК

ДОВІДКОВІ ТАБЛИЦІ

Густина твердих тіл

Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Алюміній	2700	2,70	Нікель	8900	8,90
Хром	7200	7,20	Срібло	10500	10,50
Мідь	8900	8,90	Свинець	11300	11,30

Теплові властивості речовин

Тверді тіла

Речовина	Питома тепло- ємність, кДж/(кг·°C)	Температура плавлення, °C	Питома теплота плавлення, кДж/кг
Алюміній	0,92	660	393
Лід	2,10	0	332
Свинець	0,14	327	25
Срібло	0,25	962	87

Рідини

Речовина	Питома тепло- ємність, кДж/(кг·°C)	Температура кипіння*, °C	Питома теплота пароутворення**, МДж/кг
Вода	4,2	100	2,3

* За нормального атмосферного тиску.

** За нормального атмосферного тиску і температури кипіння.

Електричні властивості речовин

Питомий опір провідників

Речовина	ρ , Ом·мм ² /м	ρ , Ом·м	Речовина	ρ , Ом·мм ² /м	ρ , Ом·м
Срібло	0,016	$1,6 \cdot 10^{-8}$	Платина	0,10	$10 \cdot 10^{-8}$
Мідь	0,017	$1,7 \cdot 10^{-8}$	Свинець	0,21	$21 \cdot 10^{-8}$
Алюміній	0,028	$2,8 \cdot 10^{-8}$	Нікелін	0,42	$42 \cdot 10^{-8}$
Залізо	0,10	$10 \cdot 10^{-8}$	Ніхром	1,1	$110 \cdot 10^{-8}$

Електрохімічний еквівалент

Речовина	k , мг/Кл	Речовина	k , мг/Кл
Водень (H ⁺)	0,01	Мідь (Cu ²⁺)	0,33
Алюміній (Al ³⁺)	0,09	Мідь (Cu ⁺)	0,66
Хром (Cr ³⁺)	0,18	Цинк (Zn ²⁺)	0,34
Залізо (Fe ³⁺)	0,19	Срібло (Ag ⁺)	1,10
Нікель (Ni ²⁺)	0,30		

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ

Групи Періоди	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б
1	(H)				
2	Li 6,941 ³ 2s ¹ 1 2 Літій	Be 9,012 ⁴ 2s ² 2 2 Берилій	B 10,81 ⁵ 2s ² 2p ¹ 2 2 Бор	C 12,011 ⁶ 2s ² 2p ² Карбон Вуглець 4 2	N 14,0067 ⁷ 2s ² 2p ³ Нітроген Азот 5 2
3	Na 22,990 ¹¹ 3s ¹ 1 8 2 Натрій	Mg 24,305 ¹² 3s ² 2 8 2 Магній	Al 26,981 ¹³ 3s ² 3p ¹ 3 8 2 آلومینیум	Si 28,086 ¹⁴ 3s ² 3p ² Силіцій Кремній 4 8 2	P 30,973 ¹⁵ 3s ² 3p ³ Фосфор 5 8 2
4	K 39,098 ¹⁹ 4s ¹ 1 8 8 2 Калій	Ca 40,08 ²⁰ 4s ² 2 8 8 2 Кальцій	Sc 44,956 ²¹ 3d ¹ 4s ² Скандій 2 9 8 2	Ti 47,90 ²² 3d ² 4s ² Титан 4 18 8 2	V 50,941 ²³ 3d ³ 4s ² Ванадій 5 18 8 2
	29 63,546 ¹ 3d ¹⁰ 4s ¹ Купрум Мідь 18 8 2	30 65,38 ² 3d ¹⁰ 4s ² Цинк 18 8 2	31 69,72 ³ 4s ² 4p ¹ Галій 18 8 2	32 72,59 ⁴ 4s ² 4p ² Германій 18 8 2	33 74,921 ⁵ 4s ² 4p ³ Арсен Миш'як 18 8 2
5	Rb 85,468 ³⁷ 5s ¹ 1 8 18 8 2 Рубідій	Sr 87,62 ³⁸ 5s ² 2 8 18 8 2 Стронцій	Y 88,906 ³⁹ 4d ¹ 5s ² Ітрій 2 9 18 8 2	Zr 91,22 ⁴⁰ 4d ² 5s ² Цирконій 4 18 18 8 2	Nb 92,906 ⁴¹ 4d ⁴ 5s ¹ Ніобій 5 18 18 8 2
	47 107,868 ¹ 4d ¹⁰ 5s ¹ Аргентум Срібло 18 8 2	48 112,40 ² 4d ¹⁰ 5s ² Кадмій 18 8 2	49 114,82 ³ 5s ² 5p ¹ Індій 18 8 2	50 118,69 ⁴ 5s ² 5p ² Станум Олово, цина 18 8 2	51 121,75 ⁵ 5s ² 5p ³ Стибій Сурма 18 8 2
6	Cs 132,905 ⁵⁵ 6s ¹ 1 8 18 18 8 2 Цезій	Ba 137,34 ⁵⁶ 6s ² 2 8 18 18 8 2 Барій	La 138,905 ⁵⁷ 5d ¹ 6s ² Лантан 2 9 18 8 2	Hf 178,49 ⁷² 5d ² 6s ² Гафній 4 18 32 18 8 2	Ta 180,948 ⁷³ 5d ³ 6s ² Тантал 5 18 32 18 8 2
	79 196,967 ¹ 5d ¹⁰ 6s ¹ Аурум Золото 18 32 18 8 2	80 200,59 ² 5d ¹⁰ 6s ² Меркурій Ртуть 18 32 18 8 2	81 204,37 ³ 6s ² 6p ¹ Талій 18 32 18 8 2	82 207,2 ⁴ 6s ² 6p ² Плюмбум Свинцев, оливо 18 32 18 8 2	83 208,980 ⁵ 6s ² 6p ³ Бісмут Вісмут 18 32 18 8 2
7	Fr [223] ⁸⁷ 7s ¹ 1 8 18 32 18 8 2 Францій	Ra 226,025 ⁸⁸ 7s ² 2 8 18 32 18 8 2 Радій	Ac [227] ^{**} 6d ¹ 7s ² Актиній 2 9 18 32 18 8 2	Rf [261] ¹⁰⁴ 6d ² 7s ² Резерфордій 4 18 32 18 32 18 8 2	Db [262] ¹⁰⁵ 6d ³ 7s ² Дубній 5 18 32 18 32 18 8 2

*Лантаноїди

58 140,12 ² 4f ¹⁵ d ¹ 6s ² Церій	59 140,908 ² 4f ⁹ 6s ² Празеодим	60 144,24 ² 4f ⁴ 6s ² Неодим	61 [145] ² 4f ⁵ 6s ² Прометій	62 150,4 ² 4f ⁶ 6s ² Самарій	63 151,96 ² 4f ⁷ 6s ² Європій	64 157,25 ² 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² Гадоліній	65 158,925 ² 4f ⁹ 6s ² Тербій	66 162,50 ² 4f ¹⁰ 6s ² Диспрозій	67 164,93 ² 4f ¹¹ 6s ² Гольмій	68 167,26 ² 4f ¹² 6s ² Ербій	69 168,93 ² 4f ¹³ 6s ² Тулій	70 173,04 ² 4f ¹⁴ 6s ² Ітербій	71 174,97 ² 4f ¹⁵ 5d ¹ 6s ² Лютецій	72 175,07 ² 4f ¹⁴ 6s ² Гадоліній
--	---	---	--	---	--	--	--	---	---	---	---	---	---	---

а VI б		а VII б		а		VIII б			
		Н^{1,0079}_{1s¹} Гідроген Водень		He^{4,0026}_{1s²} Гелій		Символ елемента Атомна маса Порядковий номер Електронна конфігурація Назва елемента Розподіл електронів по рівнях 8 18 32 18 8 2 Rn^[222]_{6s²6p⁶} 86 Радон			
O^{15,999}_{2s²2p⁴} Оксиген Кисень		F^{18,998}_{2s²2p⁵} Флуор Фтор		Ne^{20,179}_{2s²2p⁶} Неон					
S^{32,06}_{3s²3p⁴} Сулфур Сірка		Cl^{35,453}_{3s²3p⁵} Хлор		Ar^{39,948}_{3s²3p⁶} Аргон					
24 51,996 3d⁵4s¹ Cr¹₁₃ Хром 2		25 54,938 3d⁵4s² Mn²₁₃ Манган 8 Марганець 2				26 55,847 3d⁶4s² Fe²₁₄ Ферум 8 Залізо 2		27 58,933 3d⁷4s² Co²₁₅ Кобальт 2	28 58,70 3d⁸4s² Ni²₁₆ Нікол 8 Нікель 2
34 78,96 4s²4p⁴ Se⁶₁₈ Селен 8 2		35 79,904 4s²4p⁵ Br⁷₁₈ Бром 8 2		36 83,80 4s²4p⁶ Kr⁸₁₈ Криптон 8 2					
42 95,94 4d⁵5s¹ Mo¹₁₃ Молибден 8 2		43 98,906 4d⁵5s² Tc¹₁₃ Технецій 8 2				44 101,07 4d⁷5s¹ Ru¹₁₅ Рутеній 8 2		45 102,905 4d⁸5s¹ Rh¹₁₆ Родій 8 2	46 106,4 4d¹⁰ Pd¹₁₆ Паладій 8 2
52 127,60 5s²5p⁴ Te⁶₁₈ Телур 8 2		53 126,904 5s²5p⁵ I⁷₁₈ Йод 8 2		54 131,30 5s²5p⁶ Xe⁸₁₈ Ксенон 8 2					
74 183,85 5d⁴6s² W²₁₂ Вольфрам 8 2		75 186,207 5d⁵6s² Re²₁₃ Реній 8 2				76 190,2 5d⁶6s² Os²₁₄ Осмій 8 2		77 192,22 5d⁷6s² Ir²₁₅ Іридій 8 2	78 195,09 5d⁹6s¹ Pt¹₁₇ Платина 8 2
84 [209] 6s²6p⁴ Po⁷₁₈ Полоній 8 2		85 [210] 6s²6p⁵ At⁷₁₈ Астат 8 2		86 [222] 6s²6p⁶ Rn⁸₁₈ Радон 8 2					
106 [263] 6d⁴7s² Sg²₁₂ Сіборгіі 8 2		107 [262] 6d⁵7s² Bh²₁₃ Борій 8 2				108 [265] 6d⁸7s² Hs²₁₄ Хассій 8 2		109 [266] 6d⁷7s² Mt²₁₅ Майтнерій 8 2	110 [272] 6d⁹7s¹ Ds¹₁₇ Дармштадтій 8 2

**Актиноїди

Th 232,038 ⁹⁰ 6d ² 7s ² Торій	Pa 231 ⁹¹ 5f ² 6d ¹ 7s ² Протактіній	U 238,029 ⁹² 5f ³ 6d ¹ 7s ² Уран	Np 237 ⁹³ 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² Нептуній	Pu 244 ⁹⁴ 5f ⁷ 7s ² Плутоній	Am 243 ⁹⁵ 5f ⁷ 7s ² Америцій	Cm 247 ⁹⁶ 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² Кюрій
Bk [247] ⁹⁷ 5f ⁸ 6d ¹ 7s ² Берклій	Cf [251] ⁹⁸ 5f ¹⁰ 7s ² Каліфорній	Es [254] ⁹⁹ 5f ¹¹ 7s ² Ейнштейній	Fm [257] ¹⁰⁰ 5f ¹² 7s ² Фермій	Md [258] ¹⁰¹ 5f ¹³ 7s ² Менделевій	No [259] ¹⁰² 5f ¹⁴ 7s ² Нобелій	Lr [262] ¹⁰³ 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² Лоуренсій

ЗМІСТ

Передмова	3
-----------------	---

Електромагнітні явища

Електричне поле

1. Електричний заряд. Будова атома	4
2. Електричне поле. Електризація тіл. Електроскоп. Вимірювання заряду електрона	13
3. Закон Кулона	23

Електричний струм

4. Електричний струм. Джерела струму	28
5. Сила струму. Електрична напруга	35
6. Електричний опір. Закон Ома. Реостати	42
7. Послідовне з'єднання провідників	51
8. Паралельне з'єднання провідників	57
9. Розрахунок електричних кіл	63
10. Робота та потужність електричного струму	69
11. Електричний струм у різних середовищах	76

Магнітне поле

12. Постійні магніти. Магнітне поле Землі	82
13. Магнітне поле струму. Електромагніти	87
14. Сила Ампера	93
15. Електромагнітна індукція	96

Атомне ядро. Ядерна енергетика

16. Будова атомного ядра. Ядерна енергія	103
17. Радіоактивність. Радіоактивні перетворення	108
18. Використання радіаційних технологій. Біологічна дія радіації	113

Відповіді, вказівки, розв'язання	117
--	-----

Додаток	138
---------------	-----

Видання містить:

- різні типи фізичних задач: якісні, розрахункові, графічні
- задачі для допитливих
- приклади розв'язування задач
- відповіді, вказівки, розв'язання
- довідкові таблиці

Всі задачі в посібнику:

- диференційовано за рівнем навчальних досягнень
- згруповано за тематичними блоками
- супроводжено рисунками



«Книга — поштою»

61045 Харків, а/с 3355,

«Ранок-пошта»

☎ (057) 717-74-55

✉ pochta@ranok.kharkov.ua

Каталог надсилається безкоштовно

ВИДАННЯ РАНОК

www.ranok.com.ua

