

Варіант II

1. У дослідах Резерфорда досліджувалось розсіювання
 - А. електронів тонкими шарами речовини.
 - Б. α -частинок тонкими шарами речовини.
 - В. α -частинок товстими шарами речовини.
 - Г. електронів товстими шарами речовини.
 - Д. протонів тонкими шарами речовини.
2. Кількість електронів у атомі визначається
 - А. масовим числом.
 - Б. порядковим номером.
 - В. сумою масового числа і порядкового номера.
 - Г. різницею масового числа і порядкового номера.
 - Д. відсутні.
3. Електрон рухається навколо ядра завдяки силі
 - А. пружності. Б. всесвітнього тяжіння. В. тертя.
 - Г. Кулона. Д. відсутності дії сил.
4. Перехід атома з нижнього енергетичного стану на вищий супроводжується
 - А. поглинанням кванта енергії.
 - Б. випромінюванням кванта енергії.
 - В. без затрат енергії.
 - Г. з випромінюванням двох квантів енергії.
 - Д. з випромінюванням трьох квантів енергії.
5. Досліди Франка і Герца підтверджують
 - А. модель атома Гідрогену.
 - Б. модель атома Резерфорда.
 - В. перший постулат Бора.
 - Г. другий постулат Бора.
 - Д. постулати Бора.
6. На які стаціонарні орбіти переходять електрони в атомі Гідрогену під час випускання видимих променів?
 - А. Першу. Б. Другу. В. Третю. Г. Четверту. Д. П'яту.
7. На які стаціонарні орбіти переходять електрони в атомі Гідрогену під час випускання інфрачервоних променів?
 - А. Першу. Б. Другу. В. Третю і вище.
 - Г. Залишаються в стаціонарному стані.
 - Д. Падають на ядро.
8. Частота випромінювання світла визначається співвідношенням
 - А. $\nu = \frac{h}{E_n - E_m}$. Б. $\frac{hc}{E_n - E_m} = \lambda$. В. $\nu = \frac{E_n - E_m}{h}$. Г. $\lambda = \frac{E_n - E_m}{h}$. Д. $\nu = \frac{hc}{E_n - E_m}$.
9. Частоти всіх ліній у спектрі атома Гідрогену можна визначити за співвідношенням
 - А. $\nu = R(n^2 - m^2)$. Б. $\nu = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$. В. $\nu = c\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$. Г. $\nu = \frac{1}{R}\left(\frac{1}{m^2} + \frac{1}{n^2}\right)$.
 - Д. $\nu = \frac{1}{R}\left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right)$.

10. Співвідношення між імпульсом частинки і довжиною хвилі записується так:

А. $p = h\lambda$. Б. $p = \frac{h}{\lambda}$. В. $p = \frac{\lambda}{h}$. Г. $p = \frac{hc}{\lambda}$. Д. $p = \frac{\lambda}{hc}$.

11. Заряд ядра визначається кількістю

А. нейтронів.

Б. нейтронів і протонів.

В. електронів і нейтронів.

Г. протонів.

Д. протонів і електронів.

12. Ізотопами називаються атоми, ядра яких мають

А. різні заряди, однакову масу.

Б. однакові заряди, різну масу.

В. однакові заряди, однакову масу.

Г. однакову масу і заряди.

Д. однакову кількість протонів і нейтронів.

13. Дефект маси дорівнює:

А. $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - M_{\text{я}}$.

Б. $\Delta m = M_{\text{я}} - Zm_p$.

В. $\Delta m = M_{\text{я}} - (A - Z)m_p$.

Г. $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n$.

Д. $\Delta m = M_{\text{я}}$.

14. Позитрон — це

А. античастинка електрона.

Б. античастинка протона.

В. електрон.

Г. протон.

Д. античастинка нейтрона.

15. Антинейтрино виділяється при перетворенні

А. протона в α -розпаді.

Б. протона в нейтрон і протон.

В. нейтрона в протон і електрон.

Г. протона в ядро Гідрогену.

Д. протона в протон.

16. Для проведення термоядерного синтезу потрібна

А. висока температура.

Б. низька температура.

В. досягнення абсолютного нуля температур.

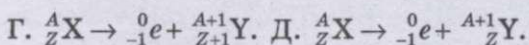
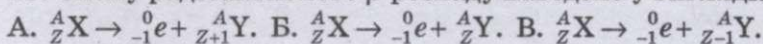
Г. кімнатна температура.

Д. температура, що досягається при згоранні природного газу.

17. Кількість нейтронів у ядрі ${}^{96}_{40}\text{Zr}$ така:

А. 40. Б. 96. В. 136. Г. Відсутні. Д. 56.

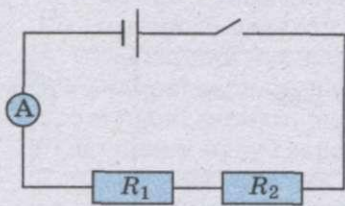
18. Схему радіоактивного β -розпаду наведено у вигляді:



Для допитливих

1. Чи зміниться енергія зарядженого шкільного розсувного конденсатора, якщо відстань між його обкладками збільшити удвоє? Якщо зміниться, то за рахунок чого? У скільки разів?
2. Візьміть будь-який конденсатор. За написами на ньому визначте: 1) ємність конденсатора; 2) на яку напругу він розрахований; 3) який заряд він може накопичувати; 4) енергію, яку він може накопичити.

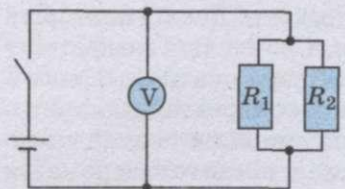
РОБОТА № 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ



Мал. 222

Мета роботи: навчитися з'єднувати провідники послідовно і паралельно, визначати опір таких з'єднань, розподіл сил струмів і напруг.

Прилади і матеріали: батарея акумуляторів; дві електролампочки (опори); амперметр постійного струму на 2 А; вольтметр постійного струму на 4 В; реостат; перемикач; з'єднувальні провідники.



Мал. 223

Хід роботи

1. Складіть електричне коло для вивчення послідовного з'єднання елементів за схемою (мал. 222).
2. Запишіть покази амперметра.
3. Вольтметр під'єднайте паралельно: а) до опору R_1 і запишіть покази вольтметра U_1 ; б) до опору R_2 і запишіть покази вольтметра U_2 ; в) до ділянки кола з обома опором і запишіть покази вольтметра U .
4. За даними амперметра і вольтметра визначте значення кожного опору і загальний опір кола.
5. Зробіть висновок, чи виконуються закони послідовного з'єднання елементів.
6. Складіть електричне коло для вивчення паралельного з'єднання елементів за схемою (мал. 223).
7. Запишіть покази вольтметра.
8. Амперметр під'єднайте послідовно: а) до опору R_1 і запишіть покази амперметра I_1 ; б) до опору R_2 і запишіть покази амперметра I_2 ; в) до ділянки кола з R_1 і R_2 і запишіть покази амперметра I .
9. За даними амперметра і вольтметра визначте значення кожного опору і загальний опір кола.
10. Зробіть висновок, чи виконуються закони паралельного з'єднання елементів.

Для допитливих

Ви маєте три резистори, опір кожного з них 10 Ом. Які опори можна отримати за їх допомогою? Намалуйте ці з'єднання.

РОБОТА № 3. ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ

Мета роботи: обчислити довжину хвилі червоного і фіолетового кольорів у спектрі n -го порядку (вказаному вчителем); порівняти одержані результати з табличними даними.

Дифракційна ґратка закріплюється на одному кінці лінійки, ближче до другого кінця, приблизно на відстані 50 см від ґратки, розташовується сірий екран з вузькою вертикальною щілиною. Екран можна переміщувати по лінійці. Все закріплюється на штативі, як показано на малюнку 225.

Якщо подивитись крізь ґратку і щілину в екрані на джерело світла, то на темному фоні екрана можна спостерігати з обох боків від щілини дифракційні спектри 1, 2 і т.д. порядків.

Довжину світлової хвилі λ можна визначити з формули $\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}$, де d — період дифракційної ґратки; k — порядок спектра; φ — кут, під яким спостерігається максимум світла відповідного кольору.

Оскільки кути, під якими спостерігаються максимуми 1 і 2 порядків не перевищують 5° , можна замість синусів користуватись тангенсами.

З мал. 224 видно, що $\operatorname{tg} \varphi = \frac{b}{a}$. Відстань a відраховують від ґратки до екрана,

b — по шкалі екрана від щілини до вибраної лінії спектра.

Остаточна формула матиме вигляд $\lambda = \frac{db}{ka}$.

Прилади і матеріали: дифракційна ґратка (період зазначено на ґратці), лінійка з тримачем, прикріпленим до неї, з екраном із вузькою вертикальною щілиною посередині, штатив з лапкою й муфтою, лампа розжарення (або свічка).

Хід роботи

- Зберіть вимірювальну установку (мал. 225). Екран встановіть на відстані 50 см від ґратки. Запишіть сталу дифракційної ґратки $d = \dots$
- Дивлячись через дифракційну ґратку і щілину в екрані на джерело світла і пересуваючи ґратку в тримачі, встановіть її так, щоб дифракційні спектри розташовувались паралельно шкалі екрана.



Мал. 224



Мал. 225

3. За шкалою екрана визначте відстань b від щілини до лінії спектра визначеного вами кольору.

4. Обчисліть довжину хвилі λ світла в спектрі вибраного вами порядку за формулою

$$\lambda = \frac{db}{ka}.$$

Те саме зробіть для визначення довжини хвилі світла іншого кольору та іншого порядку.

5. Виконайте розрахунки і зробіть висновки.

Для допитливих

1. Як впливає кількість штрихів дифракційної ґратки на відстані між світлими смугами і на їхні розміри в спектрі ґратки?
2. Чим відрізняється дифракційний спектр від дисперсійного?
3. Як зміниться вигляд спектрів дифракційної ґратки, якщо її занурити у воду?

РОБОТА № 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСКОРЕННЯ ВІЛЬНОГО ПАДІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МАЯТНИКА

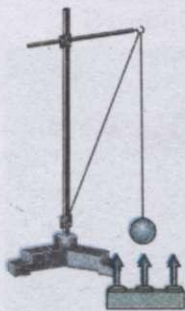
Мета роботи: визначити прискорення вільного падіння за допомогою маятника.

Під час виконання дослідів визначають прискорення вільного падіння, виходячи з формули періоду коливань математичного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Для цього необхідно виміряти період коливання і довжину підвісу маятника. Тоді за формулою $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ можна розрахувати прискорення вільного падіння.

Прилади і матеріали: годинник із секундною стрілкою (секундомір), вимірювальна стрічка (рулетка), кулька з отвором, нитки, штатив з муфтою і кільцем.



Мал. 226

Хід роботи

1. Поставте на краю стола штатив. Біля його верхнього кінця закріпіть за допомогою муфти кільце і підвісьте до нього кульку на нитці (мал. 226).
2. Виміряйте довжину нитки l маятника.
3. Відхиліть маятник від положення рівноваги на 5—8 см і відпустіть його.
4. Виміряйте час коливань ($N = 40—60$ коливань).
5. Визначте період коливань маятника за формулою

$$T = \frac{t}{N}.$$

6. Результати дослідів занесіть у таблицю:

Номер дослідів	l , м	Δl , м	N	t , с	$t_{\text{сер}}$, с	$\Delta t_{\text{сер}}$, с	$T = \frac{t}{N}$, с	$T_{\text{сер}}$, с	g_1 , м/с ²	g_2 , м/с ²	$\Delta g_{\text{сер}}$, м/с ²	ϵ , %
1												
2												
3												
4												
5												

7. Після проведення наступних дослідів обчисліть середнє значення періоду коливань маятника.

8. Порівняйте визначене середнє значення $g_{\text{сер}}$ з табличним значенням $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ і обчисліть похибки вимірювання:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} + \frac{2T_{\text{сер}}}{T_{\text{сер}}}; \Delta g = \epsilon g_{\text{сер}}.$$

9. Результати запишіть у такому вигляді: $g = g_{\text{сер}} \pm \Delta g_{\text{сер}}$. Зробіть висновки.

Для допитливих

- У розрахунках, що не потребують високої точності, формулу періоду математичного маятника можна записати так: $T = 4l$. Обґрунтуйте це наближення.
- До кульки математичного маятника вздовж нитки прикладено деяку силу \vec{F} . Чи вплине це на період коливання маятника?

РОБОТА № 5. ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ДОЗИМЕТРА І СКЛАДАННЯ РАДІОЛОГІЧНОЇ КАРТИ МІСЦЕВОСТІ

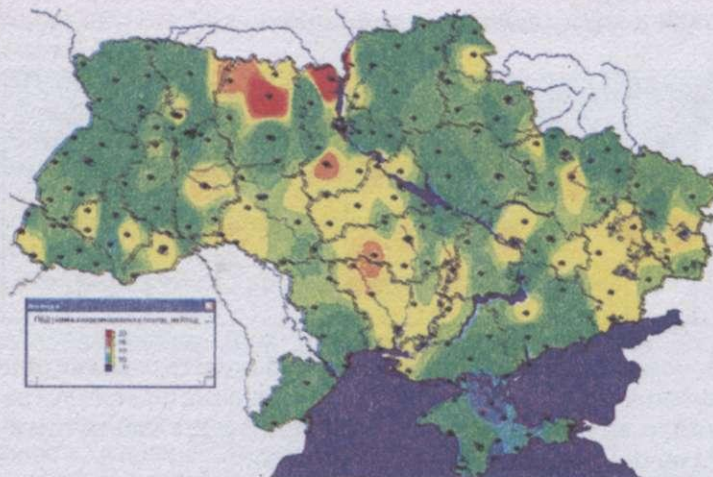
Мета роботи: вивчити будову дозиметра і скласти радіологічну карту своєї місцевості.

Прилади і матеріали: наявний у школі дозиметр (промисловий або саморобний).

Хід роботи

1. Ознайомтесь з картою радіаційного забруднення території України (мал. 227). Контрольний рівень радіаційного фону в Україні (потужність експозиційної дози) становить 25 мкР/год. Згідно з даними Міністерства охорони навколишнього середовища України потужність експозиційної дози опромінення вимірюється на постійних (стаціонарних) (вимірниках) постах. Усього таких стаціонарних постів вимірювань радіаційного фону в Україні — 155.

Як видно з карти, радіаційний фон не однаковий на території України. На значення радіаційного фону впливає ряд чинників. Основними є умови радіоактивного складу ґрунтів (наявність природних радіонуклідів і радіоактивних речовин, які потрапили в навколишнє середовище внаслідок діяльності людини: викиди теплових електростанцій, що працюють на



Мал. 227

вугіллі, металургійні підприємства і так далі). Також рівень радіаційного фону залежить від часу проведення вимірювань (наприклад, після дощу рівень потужності експозиційної дози може підніматися на 1–2 мкР/год за рахунок вимивання радіоактивних речовин з атмосфери).

Карта радіаційного фону України дає можливість візуального аналізу території. На ній видно істотно високі рівні фону на територіях, які були радіоактивно забруднені після аварії на Чорнобильській АЕС. Це території Київської і Житомирської областей. Відносно високі рівні радіаційного фону в центральних областях України — Кіровоградській і Дніпропетровській. Зробіть висновки.

2. За інструкцією до дозиметра вивчіть його будову і можливості для вимірювання радіаційного випромінювання.

3. Складіть карту (або використайте готову) своєї місцевості, виконайте відповідні вимірювання дозиметром і нанесіть на карту рівні радіоактивного забруднення.

4. Зробіть висновки.

РОБОТА № 6. ВИВЧЕННЯ ТРЕКІВ ЗАРЯДЖЕНИХ ЧАСТИНОК ЗА ГОТОВИМИ ФОТОГРАФІЯМИ

Мета роботи: визначити напрям вектора індукції магнітного поля, виміряти радіуси кривизни треків, обчислити відношення заряду частинки до її маси.

За допомогою камери Вільсона спостерігають і фотографують треки (сліди) рухомих заряджених частинок. Трек частинки є ланцюжком з мікроскопічних крапельок води або спирту, перенасиченої пари цих рідин, що утворилася внаслідок конденсації на йонах. Йони ж утворюються внаслідок взаємодії зарядженої частинки з атомами і молекулами пари і газів, що знаходяться в камері.

Якщо камера Вільсона поміщена в магнітне поле, то на рухомі в ній заряджені частинки діє сила Лоренца, яка дорівнює (для випадку, коли швидкість частинки перпендикулярна до ліній поля):

$$F = qvB,$$

де q — заряд частинки; v — швидкість її руху; B — індукція магнітного поля. Правило лівої руки дозволяє показати, що сила Лоренца напрямлена завжди перпендикулярно до швидкості частинки і, отже, є доцентровою силою:

$$qvB = \frac{mv^2}{R},$$

де m — маса частинки; R — радіус кривизни її трека. Звідси

$$R = \frac{mv}{qB}.$$

Якщо частинка має швидкість набагато меншу, ніж швидкість світла (тобто частинка не релятивістська), то співвідношення між значенням її кінетичної енергії і радіусом кривизни має вигляд

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{B^2 R^2 q^2}{2m}.$$

Хід роботи

На фотографії видно треки ядер легких елементів (останні 22 см їх пробігу) (мал. 228, I—IV — треки різних частинок). Ядра рухалися в магнітному полі, індукція якого 2,17 Тл, напрямленому перпендикулярно до фотографії. Початкові швидкості всіх ядер однакові і перпендикулярні до ліній поля.

Завдання:

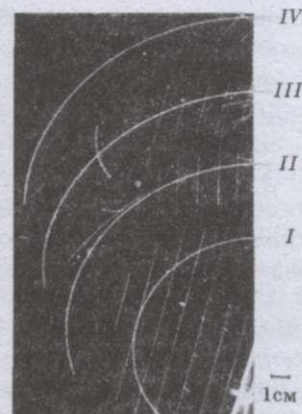
1. Визначте напрям вектора індукції магнітного поля. Поясніть, чому траєкторіями частинок є дуги кіл. Яка причина відмінності в кривизні траєкторій різних ядер? Чому кривизна кожної траєкторії змінюється від початку до кінця пробігу частинки?

2. Поясніть причини відмінності в товщині треків різних ядер. Чому трек кожної частинки товстіший наприкінці пробігу, ніж на його початку?

3. Виміряйте радіуси кривизни трека частинки I приблизно на початку і наприкінці пробігу і визначте, на скільки змінилася енергія частинки за час пробігу, якщо відомо, що частинка I ідентифікована як протон.

4. Виміряйте радіус кривизни трека частинки III на початку її пробігу. Знаючи, що початкова швидкість цієї частинки дорівнює початковій швидкості протона (нижній трек), обчисліть для частинки III відношення заряду до маси. За отриманим значенням визначте, ядром якого елемента є ця частинка.

Додаткове завдання. Решта треків належить ядрам дейтерію і тритію. Якому саме ядру належать трек II і трек IV?



Мал. 228

УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ЗАНЯТТЯ

§ 55. СУЧАСНА ФІЗИЧНА КАРТИНА СВІТУ

Ви завершили вивчення курсу фізики. Вивчений вами матеріал — це результат величезної дослідницької роботи, виконаної впродовж багатьох сторіч ученими всього світу з дослідження різних форм руху матерії, будови і властивостей матеріальних тіл.

У ході вивчення фізики та інших наук ви переконалися в тому, що, незважаючи на всю різноманітність, навколишньому світу властива єдність. Її характерна вона, перш за все, тим, що всі явища, якими б складними вони не здавалися, є різними за станами і властивостями рухомої матерії, але всі вони мають **матеріальне походження**. Єдність світу виявляється також у взаємозв'язку всіх явищ, можливостях взаємних перетворень форм матерії і руху, а разом з тим, в існуванні ряду загальних **законів руху матерії** (закони збереження енергії, імпульсу, електричного заряду, взаємозв'язку маси і енергії та ін.). Завдання фізики та інших природничих наук полягає в тому, щоб виявити найбільш загальні закони природи і пояснити на їх основі конкретні явища і процеси.

Відображенням єдності світу в пізнанні є синтез наукових знань, отриманих у процесі досліджень природи різними науками. На кожному етапі розвитку науки виникає необхідність об'єднання наукових знань в єдину систему знань про явища природи — у **природничо-наукову картину світу**. Під природничо-науковою картиною світу розуміють усю сукупність знань про предмети і явища природи, об'єднані основоположними ідеями, що отримали експериментальне підтвердження і зберегли свою об'єктивну цінність у розвитку людської думки.

Фізична картина світу надає частину всієї системи знань про природу, оскільки вона стосується тільки фізичних властивостей матеріальних тіл і фізичних форм руху матерії.

Фізична картина світу — сукупність уявлень про природу (матерію, рух, простір і час), заснованих на найбільш загальних принципах, гіпотезах і теоріях на певному етапі її розвитку.

Так, виникнення класичної механіки супроводжувалося створенням механічної, електродинаміки — електромагнітної, а теорії відносності і квантової механіки — квантово-релятивістської картини світу.

У розвитку людського пізнання і практичного освоєння світу завжди виявлялося прагнення сформулювати найбільш загальні закони і принципи, знання яких давало б ключ до пояснення всіх процесів. Розкриття таких законів завжди вважалося найважливішою умовою побудови єдиної наукової картини світу.

Основу єдності світу становить, перш за все, єдність будови матерії. З погляду сучасної фізики, існують дві основні форми матерії — **речовина і поле**. Речовина має переривчасту (дискретну) будову, а поле — неперервне. За відповідних умов частинки речовини можуть перетворюватися на кванти відповідних полів і, навпаки, кванти полів можуть перетворюватися на частинки речовини.

Усі атоми мають однакову структуру і побудовані з елементарних частинок трьох видів. У них є ядра з протонів і нейтронів, оточених електронами. Взаємодія між ядрами й електронами здійснюється електромагнітним полем, квантами якого є фотони. Взаємодію ж між протонами і нейтронами в ядрі здійснюють в основному π -мезони, які є квантами ядерного поля. При розпаді нейтронів з'являються нейтрино. Крім того, відкрито багато інших елементарних частинок. Але тільки при взаємодії частинок дуже великих енергій вони починають відігравати помітну роль.

У першій половині ХХ ст. було зроблено фундаментальне відкриття: усі елементарні частинки здатні перетворюватися одна в одну.

Після відкриття елементарних частинок і їх перетворень на перший план єдиної картини світу було поставлено єдність у будові матерії, в основу якої було покладено матеріальність усіх елементарних частинок. Різні елементарні частинки — це різні конкретні форми існування матерії.

Єдність світу виявляється і в законах руху частинок, і в законах їх взаємодії.

Незважаючи на дивовижну різноманітність взаємодій тіл одного з одним, у природі, за сучасними даними, є лише чотири типи сил: гравітаційні, електромагнітні, ядерні сили і сили слабкої взаємодії. Останні виявляються, головним чином, при розпаді елементарних частинок. З проявом усіх чотирьох типів сил ми зустрічаємося в безмежних просторах Всесвіту, у будь-яких тілах на Землі (у тому числі і в живих організмах), в атомах і атомних ядрах, при всіх перетвореннях елементарних частинок.

Револьюційна зміна класичних уявлень про фізичну картину світу відбулася після відкриття квантових властивостей матерії. З появою квантової фізики, що описує рух мікрочастинок, почали вимальовуватися нові елементи єдиної фізичної картини світу.

Поділ матерії на речовину, що має переривчасту будову, і неперервне поле втратило абсолютний сенс. Кожному полю відповідають кванти цього поля: електромагнітному полю — фотони, ядерному π -мезони і так далі. У свою чергу, всі частинки мають хвильові властивості. **Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивий всім формам матерії.**

Отже, сучасна фізика акцентує на єдності природи. Проте багато що, можливо, навіть фізичну суть єдності світу, пояснити поки що не вдалося. Невідомо, чому існує так багато різних елементарних частинок, чому вони мають ті або інші значення мас, зарядів й інших характеристик. До цього часу всі ці величини визначаються тільки експериментально. Проте все виразніше вимальовується зв'язок між різними типами взаємодій. Електромагнітні і слабкі взаємодії вже об'єднані в рамках однієї теорії. З'ясована структура більшості елементарних частинок.

«Тут приховані такі глибокі таємниці і такі піднесені думки, що, незважаючи на старання сотень кмітливих мислителів, що трудилися протягом тисяч років, ще не вдалося проникнути в них, і радість творчих пошуків і відкриттів все ще продовжує існувати». Ці слова, сказані Г. Галілеєм близько чотирьох сторіч тому, аніскільки не застаріли.

Фундаментальні закони, що встановлюються у фізиці, за своєю складністю і спільністю набагато випереджають ті факти, з яких починається дослідження будь-яких явищ. Але вони такі ж достовірні і такі ж об'єктивні,

як і знання про прості явища, спостережувані безпосередньо. Ці закони не порушуються ніколи, ні за яких умов.

Матеріальна єдність світу виявляється також в абсолютності і відносності існування матерії, в її нестворюваності і незнищенності, підтверджених усім розвитком природознавства. Про це свідчать конкретні закони збереження і перетворення фізичних величин, що характеризують різні властивості матерії і її руху. Ці окремі закони є конкретними виразами об'єктивних загальних властивостей нестворюваності і незнищуваності матерії і руху.

Сучасна фізична картина світу є результатом узагальнення найважливіших досягнень усіх природничих наук. Проте, хоч ця картина світу і відрізняється великою узагальненістю і успішно пояснює багато явищ, все ж таки в природі існує невичерпна кількість явищ, які сучасна фізична картина світу пояснити не може. З числа таких утруднень слід, перш за все, вказати на ті, що пов'язані зі створенням єдиної теорії елементарних частинок, єдиної теорії поля, єдиної теорії електромагнітних явищ та інше. Тому не можна вважати сучасну фізичну картину світу скільки-небудь завершеною. Складність світу перевершує і завжди перевершуватиме складність людських уявлень про нього.

ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Що таке фізична картина світу?
2. Від чого залежить розвиток фізичної картини світу?
3. Що притаманне всім формам матерії?

§ 56. НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС І ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ

Упродовж багатьох сторіч штучні, тобто антропогенні, джерела забруднення навколишнього середовища не впливали помітно на екологічні процеси, хоча деякі галузі індустрії, зокрема металургія і обробка металів, були досить поширені ще до нашої ери. Найбільше значення в ті часи мали виробництва металів (міді, срібла, золота, свинцю, олова, заліза, сурми, ртуті), скла, мила, гончарних виробів, фарб, хліба, вина і деяких інших продуктів. Як правило, вказані продукти отримували як результат окиснювально-відновних реакцій, умови протікання яких визначалися емпіричним шляхом. В атмосферу виділялися такі з'єднання, як оксиди вуглецю, сірки й азоту, пари металів, зокрема ртуть, у водойми потрапляли відходи фарбувальних і харчових виробництв.

Першим законом про охорону навколишнього середовища вважається вердикт англійського короля Едуарда IV (1273), який забороняв використання кам'яного вугілля для опалення помешкань Лондона. За його порушення мешканці підлягали страті.

До XVIII ст. основними джерелами забруднення навколишнього середовища були побутові стічні води, а також продукти згоряння палива, вживаного для опалювання приміщень: оксид і діоксид вуглецю, сажа, зола, а також сірчистий ангідрид у районах, де використовувалося кам'яне вугілля. Накопичення відходів тоді ще істотно не впливало на загальні екологічні умови.

Інтенсивне забруднення навколишнього середовища починається з другої половини ХІХ ст. З винаходом парової машини промисловість поступово стає дедалі значним забрудником, оскільки різко зростає споживання палива. Розвиток чорної металургії спочатку з використанням деревного вугілля, а потім коксу все сильніше і сильніше впливає на загальне забруднення атмосфери. Інтенсифікується розвиток зв'язаних з металургією галузей, таких як видобуток вугілля, добування і виробництво концентратів і шихтових матеріалів, нарешті, виникає коксохімія, що призводить до утворення стічних вод і твердих відходів. У зв'язку з розвитком залізниць все більшим джерелом забруднення атмосфери стає транспорт. У цей період число інгредієнтів-забруднювачів поволі збільшується разом із зростанням загальної їх кількості.

З появою двигунів внутрішнього згоряння і крупних теплових електростанцій, а також у зв'язку з подальшим розвитком хімічної промисловості якісний склад забруднювачів істотно змінився. У повітряний басейн почали викидати значну кількість оксидів азоту, сполук свинцю і ртуті, а також аміак, сірководень, вуглеводні, альдегіди, бензапірен тощо; у водойми потрапляла велика кількість різних хімічних сполук. Ростуть гори шлакових відходів і терикони, з'являються перші «білі моря» содового виробництва, будуються шлаконакопичувачі.

Споживацьким ставленням до природи, нерозсудливим втручанням в неї людина створила багато екологічних проблем, які тепер викликають виправдану тривогу.

Щорічно внаслідок спалювання палива в атмосферу потрапляє 20 млрд т діоксиду вуглецю. Тільки при використанні вугілля і мазуту виділяється більше ніж 150 млн т сірчистого газу. Щороку в річки скидається близько 160 км³ промислових стоків. За такий же інтервал часу у ґрунти вноситься понад 500 млн т мінеральних добрив і приблизно 3 млн т отрутохімікатів, третина яких змивається у води суші й океану.

Спостерігаються небезпечні явища, які можуть радикально змінити зовнішність планети, загрожують існуванню багатьох видів рослин і тварин, являють собою небезпеку і для людського роду. Щорічно приблизно 6 млн га продуктивних земель перетворюються на пустелі. Через три десятиліття площа, що піддається, таким чином, запустинюванню, буде приблизно дорівнювати площі Саудівської Аравії. Щорічно знищується більше ніж 11 млн га лісу, і через три десятиліття площа загублених лісів буде приблизно дорівнювати площі Індії. Значна частина території, на якій раніше росли ліси, перетворюється на сільськогосподарські землі низької якості, які не можуть прогодувати людей, що живуть на цих землях.

У Європі кислі осаді знищують ліси і озера, спричиняють збитки художній і архітектурній спадщині націй; не виключається вірогідність того, що внаслідок підкиснення ґрунтам на величезних ділянках було завдано практично непоправної шкоди.

Унаслідок спалювання мінерального палива в атмосферу викидається діоксид вуглецю, що є причиною поступового потепління глобального клімату. Внаслідок такого «парникового ефекту» середні глобальні температури можуть зрости в ХХІ ст. настільки, що зміняться райони сільськогосподарського виробництва, моря вийдуть з берегів і затоплять прибережні міста, економіка зазнає серйозних втрат.

Інші гази промислового походження здатні пошкодити захисний озоновий шар планети, внаслідок чого різко зростає число захворювань людини і тварин раком.

Озоновий екран (озоносфера), що знаходиться на висоті 10—50 км, — це атмосферна зона з максимальною кількістю озону. Своім існуванням озоновий шар завдячує діяльності фотосинтезуючих рослин і дії на кисень ультрафіолетових променів, він захищає все живе на Землі від згубної дії цих променів. Останніми роками вчені стурбовані тим, що товщина озонового шару поступово зменшується.

У 1986 р. англійським дослідником **Дж. Фарманом** була виявлена озонова дірка — розрив у озоновому шарі атмосфери Землі (діаметром понад 103 км), що виник над Антарктидою і переміщується в населені райони Австралії. Озонова дірка виникла, ймовірно, внаслідок антропогенної дії, зокрема широкого використання в промисловості і побуті хладонів (фреонів), що руйнують озоновий шар. Озонова дірка несе небезпеку живим організмам, оскільки озоновий шар захищає поверхню Землі від надмірного ультрафіолетового випромінювання Сонця. У 1992 р. озонова дірка виявлена також над Арктикою, а в 1996 р. — і над центральною Європою.

Однією з актуальних і серйозних проблем, яку слід розв'язати негайно, є органічне забруднення. Це хлоровуглеці, діоксиди, вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні, що є результатом спалювання природного палива. Всі вони мають мутагенні і канцерогенні властивості.

Учені Землі стурбовані такими процесами, що відбуваються в природі. Індустріалізація, що зростає, отруює атмосферу, забруднює річки, озера, моря. Видобуток корисних копалин руйнує покрив Землі. Гідроелектростанції змінюють географію цілих регіонів. Дуже часто нерозсудливо і безгосподарно вирубується ліс. Безграмотне ведення сільського господарства викликає ерозію ґрунтів. Різні хімікати змінюють склад землі і води. Ми будуємо міста і дороги, віднімаючи у живої земної рослинності все більшу територію — щодня один вид дрібних тварин, щороку — великих тварин відходять у небуття. Людство відчуває нестачу в землях, придатних для сільського господарства, адже населення Землі неухильно зростає.

Якщо станеться глобальне потепління на Землі тільки на один градус, то відразу ж постраждають нестійкі природні системи, розташовані в тропічній зоні. Достатньо лише, щоб на кілька відсотків скоротилася кількість опадів, і життя на значних територіях зникне. Так свого часу закінчила своє існування ціла цивілізація на території Сахари. Отже, треба знати не тільки існуючі тенденції зміни середовища, а й те, як вони трансформуватимуться в майбутньому. У 1875 р. австрійський геолог **Е. Зюсс** увів поняття «біосфера». Він виділив біосферу як самостійну оболонку Землі (разом з літосферою, гідросферою і атмосферою), в якій живі організми і місце їх існування органічно пов'язані і взаємодіють один з одним. Найбільший внесок у науку про біосферу зробив видатний природодослідник **В. Вернадський**. Ще в 1926 р. ним була опублікована книга «Біосфера», де він розглядав закономірності функціонування біосфери як єдиної системи з визначальною роллю живої речовини. Чітких меж біосфера не має. На континентах її нижня межа заглиблюється до 2—3 км, а під океанами сягає глибин 0,5—1 км. Верхньою межею біосфери слугує озоновий екран, розташований на висоті 23—25 км над рівнем моря.

Незважаючи на колосальні екологічні резерви біосфери, деякі антропогенні дії призводять до різко негативних наслідків, з якими вона справитися не в змозі (в усякому разі швидко). Стосовно цього найнегативніший вплив на забруднення навколишнього середовища спричиняється хімічними речовинами. Не менших, а іноді й більших збитків завдає інтенсивне, нераціональне використання природних ресурсів, під час якого може знищуватися навіть можливість природи до їх відтворення, якщо вони поновлювані; а непоновлювальні ресурси вичерпуватимуться, виснажуватимуться швидше, ніж людське суспільство буде в змозі перебудувати економіку, свою господарську діяльність. Екологи одними з перших усвідомили ці проблеми. До цього привертає їх увагу сама наука, що вивчає єдність життя, взаємовідносини природи і суспільства, тварин, рослин і людини та їх ставлення до місця свого існування, взаємини людини з навколишнім середовищем.

Людство підходить до такого рубежу, де його чекає революційний перехід (він уже розпочався) до природозберігаючих, екологічно обґрунтованих технологій, виробництв, проектів, до того, щоб діяльність людини вписувалася в природні процеси, а не пригнічувала їх.

На основі широкого використання новітніх досягнень науково-технічного прогресу з'являється можливість створення нової прогресивної технології, відповідного їй апаратного оформлення, на яких базуються виробництва, що за своєю суттю стають екологічно чистими, не завдають шкоди навколишньому середовищу. Реальним є одночасне розв'язання економічних, технічних, організаційних і екологічних проблем розвитку суспільного виробництва при менших витратах.

Розвиток біотехнології матиме велике значення для навколишнього середовища. Продукти генної інженерії можуть істотно поліпшити здоров'я людей і тварин. Дослідники знаходять нові ліки, методи терапії і способи боротьби з переносниками інфекцій. Нові високоурожайні види зернових, а також сорти, стійкі до несприятливих кліматичних умов, можуть привести до корінних змін у сільському господарстві. Доступнішими стануть комплексні методи боротьби з сільськогосподарськими шкідниками. Біотехнологія може також забезпечити екологічно нешкідливі й ефективні альтернативи багатьом неекономічним процесам і продуктам, які є джерелом забруднення. Нові методи обробки твердих і рідких відходів можуть допомогти розв'язати і нагальну потребу їх видалення.

Учені розробили оригінальний спосіб вирощування тіонових бактерій, здатних окисняти залізо і сульфідні рідких металів. Біомаса таких бактерій може використовуватися в біометалургії для вилуговування сульфідних руд і концентратів кольорових металів.

Досягнення в космічній технології також є багатообіцяючими. Прогнози погоди, що надаються через мережу супутників та інші засоби зв'язку, допомагають людям приймати рішення про те, коли сіяти, поливати, вносити добрива і збирати урожай. Дистанційне зондування і супутникові зйомки можуть забезпечити оптимальне використання ресурсів Землі, дозволяючи проводити моніторинг і оцінку довготермінових тенденцій у змінах клімату, забрудненні морського середовища, темпах ерозії ґрунту і рослинного покриву.

Особливо актуальною стає проблема комплексного, дбайливого використання природної сировини. До заходів щодо комплексного використання

природної сировини слід віднести створення і впровадження маловідхідних і замкнених технологій, організацію використання вторинних ресурсів. На сьогодні у світі проводиться робота із залучення до народногосподарського обороту шкідливих для навколишньої природи багатотоннажних відходів, які замінюють дефіцитні види сировини і матеріалів.

Основними напрямками використання відходів виробництва і уловлюваних очисними установками речовин є повернення їх у виробництво як сировини і напівпродуктів, використання як готового продукту і палива; у сільському господарстві — як регуляторів росту рослин і для нейтралізації ґрунтів; у виробництві будівельних матеріалів — як вихідну сировину. Таким чином, проблема раціонального використання вторинних матеріальних ресурсів (і на основі цього скорочення потреби в первинних, у тому числі і природних) поєднує інтереси охорони природи з підвищенням економічної ефективності виробництва.

Велике значення має використання нових, найбільш ефективних фізичних, хімічних або біологічних принципів дії в тому або іншому виробництві або процесі. Прикладом може слугувати вдосконалення методів водочищення за рахунок переходу від випарних систем до мембранних технологій. Ефективність витрат при розв'язанні завдань подібного класу зростає у 8—10 разів.

На сьогодні розроблені методи комплексного енерготехнічного використання низькосортного твердого палива, з якого за допомогою термічного розкладання отримують якісне тверде, рідке і газоподібне паливо, а також сировину для хімічної промисловості й виробництва будівельних матеріалів. Зольний залишок використовується в сільському господарстві.

Прискорення науково-технічного прогресу надає в розпорядження держави величезні можливості для розвитку продуктивних сил, удосконалення людської особистості, побудови гармонійних відносин з природою. Глобальна екологічна проблема може бути розв'язана. Але для цього потрібні мир, роззброєння, усвідомлені спільні зусилля всіх держав. Досвід співпраці країн земної кулі у благородній справі охорони навколишнього середовища свідчить про те, що зроблені лише перші кроки в потрібному напрямі.

ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Покажіть, як впливає науково-технічний прогрес на екологічні процеси.
2. Які основні екологічні проблеми існують на сьогодні?
3. Які перспективи подолання екологічних проблем?
4. Назвіть екологічні проблеми вашого краю, пов'язані з науково-технічним прогресом.

§ 57. ФІЗИКА І ЗАГАЛЬНОЛЮДСЬКІ ЦІННОСТІ

Фізика безпосередньо впливає на інші науки, як природничі, так і гуманітарні, забезпечує їх швидкий розвиток, а також сприяє виникненню нових наук.

Немає жодної людини, якій не доводилося б спостерігати за зірками на небі. І відразу ж виникає ряд цікавих запитань. *Що є Всесвіт? Що відбувається в далеких від нас світах? Чи існує межа у Всесвіті? Що таке зоряні скупчення? Чи самотні ми у Всесвіті?* Можна нескінченно милуватися небом і думати про нього, але відповіді не знайдеш, якщо не будеш використовувати фізичні

установки, прилади і застосовувати закони фізики. І людина створила такі прилади і відкрила такі закони. Спочатку були просто зорові труби, а на сьогодні це величезні радіотелескопи, які уловлюють випромінювання, що йдуть із Всесвіту з величезних відстаней (декількох мільярдів світлових років; світловий рік — це відстань, яку світло проходить із швидкістю $3 \cdot 10^8$ м/с за один рік). Матеріал, отриманий за допомогою астрофізичної апаратури, розшифровують і дізнаються про абсолютно нові процеси, що відбуваються у Всесвіті.

Таким чином, на стику фізики й астрономії виникла нова наука — **астрофізика**, що досягла колосальних успіхів у другій половині ХХ ст.

Мозок людини — унікальне і дивовижне явище природи! У ньому народжуються думки, які є керівниками продуктивної людської діяльності. Проте механізм мислення до теперішнього часу ще мало вивчений, хоча за допомогою такого фізичного приладу, як електроенцефалограф, навчилися проводити різні дослідження.

А загадка спадковості, що мучила вчених багато років! *Чому, наприклад, дитина успадковує ознаки матері і батька?* Ця загадка була розгадана, коли за допомогою рентгенівського випромінювання була вивчена структура молекул, що є носіями спадковості. На стику фізики і біології виникла одна з перспективних на сьогодні наук — **біофізика**.

Бурхливий розвиток фізики в останні десятиліття, розширення сфери її застосування, впровадження нових методів дослідження й апаратури привели до того, що деякі розділи фізики отримали право на самостійне існування. До них відносять астрофізику, біофізику, геофізику, фізичну хімію, хімічну фізику, фізику напівпровідників тощо. Природно, що між різними розділами немає різкої межі, вони частково перекриваються, збагачуючи один одного. Широке практичне застосування отримали такі фізико-технічні науки, як радіоелектроніка, радіофізика, електроакустика, космічна фізика.

Сучасний фахівець, у якій би галузі він не працював, повинен бути всебічно розвиненим, знати основи наук, у тому числі й фізики. Це стосується не тільки тих, хто створює музичні інструменти, ставить експеримент або відтворює уявлення ілюзіону, а й тих, хто присвятив себе музиці, культурі і мистецтву, які, як може здатися на перший погляд, не пов'язані безпосередньо з фізикою.

Отже, фізичні методи дослідження проникли в багато наук, і тому фізика є на сьогодні лідером природознавства, що породжує виникнення нових наук.

Ми говорили про практичне значення фізики в житті сучасного суспільства. Цим її роль не вичерпується. Фізика стала основою для певних принципів наукового стилю мислення. Це і впевненість у неминучості відкриття парадоксальних фактів, і в тому, що все в світі причинно обумовлено, а головне, — при аналізі будь-якої події можна знайти її причини. Це і здоровий скептицизм, і прагнення поставити під сумнів свої і чужі твердження, перевіряючи їх фактами й експериментальними даними.

З найперших кроків зародження наукових знань людям було властиве прагнення не тільки зрозуміти окремі природні явища, а й створити загальне цілісне уявлення про світ. Це прагнення ґрунтувалося на переконанні, що світ — це не скупчення розрізнених речей і подій, а єдине взаємозв'язане ціле, що розвивається. Зверніть увагу, як про це сказав давньогрецький учений

Геракліт: «Світ... не створений ніким з людей і богів, а був, є і буде вічно живим вогнем, що закономірно спалахує і закономірно згасає».

Правда, стародавні мислителі намагалися всі багатства зовнішнього світу звести до першооснов, з яких складається те, що існує (такими у Емпедокла були вогонь, земля, вода, повітря). На сьогодні це вкрай наївні уявлення, але сама ідея, покладена в їх основу, не застаріла і сьогодні: світ — це єдине ціле, і людина може і повинна створити у своїй свідомості загальну картину природи. Впевненість у цьому була і на сьогодні є джерелом того невичерпного оптимізму і надзвичайної наполегливості, з якими фізики всіх епох шукали і продовжують шукати загальні закони природи, з яких складається узагальнений образ, загальна модель природи, що покладена в основу нашого світобачення. «Людина прагне якимсь адекватним способом створити в собі просту і зрозумілу картину світу. Вищим обов'язком фізиків є пошук тих загальних елементарних законів, з яких можна отримати картину світу», — підкреслював **А. Ейнштейн**. У кожної людини завдяки вивченню фізики повинно залишитися загальне розуміння фізичної картини світу. Таким чином, фізика як наука, що дає світоглядні знання і норми мислення, є найважливішим елементом загальнолюдської культури.

Видатний фізик ХХ ст., один з творців квантової фізики, **Н. Бор** говорив: «Встановити різку відмінність між філософією природознавства і людською культурою, звичайно, неможливо. Насправді, фізичні науки є невіддільною частиною нашої цивілізації; це відбувається не тільки тому, що наше оволодіння силами природи, яке все збільшується, абсолютно змінило матеріальні умови життя, а й тому, що вивчення цих наук дало так багато для з'ясування того оточення, на тлі якого існуємо ми самі».

Академік **П. Капіца** свого часу підкреслював, що «...красота і захоплення проникненням в нові, незвідані області і полягає в тому, що людина не може передбачати того, що вона там для себе знайде. Весь накопичений історичний досвід показує, що проникнення в нові галузі завжди відкриває і нові можливості поняття людської культури».

А ось вислів американського фізика — творця водневої бомби — **Е. Теллера**: «Учений не відповідає за закони природи. Його справа полягає тільки в тому, щоб з'ясувати, яким чином вони функціонують. Питання про те, чи потрібно робити водневу бомбу, застосовувати чи ні, вченого не стосується». Цікаво, а як би ви поставилися до цієї думки?

Видатний англійський філософ і природодослідник **Ф. Бекон** проголосив фізику «матір'ю всіх наук», яка перша вказує шлях розвитку культури людства. «Головне, робіть все з пристрастю. Це дуже прикрашає життя», — зазначав свого часу **Л. Ландау**, видатний фізик, лауреат Нобелівської премії.

Врешті-решт, за висловом одного із знаменитих фізиків **М. Лауе**, «освіта є те, що залишається після того, як все вивчене забуте». У цьому афоризмі є глибокий сенс.

ЗАПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ

1. Що відбувається на стику фізики та інших наук?
2. Як фізика пов'язана із загальнолюдськими цінностями? Опишіть це.

Узагальнююче повторення курсу фізики



7 клас

Будова речовини. Світлові явища

8 клас

Механічний рух. Робота і енергія.
Кількість теплоти

9 клас

Електричне поле. Електричний струм.
Магнітне поле. Атомне ядро. Ядерна
енергетика. Основи динаміки

10 клас

Основи кінематики. Релятивістська
механіка. Властивості газів, рідин,
твердих тіл. Основи термодинаміки

7 КЛАС БУДОВА РЕЧОВИНИ

Густина речовини — це фізична величина, яка визначається відношенням маси тіла до його об'єму: $\rho = \frac{m}{V}$, де ρ (ρ_0) — густина речовини, m — маса тіла, V — об'єм тіла. Одиницею густини речовини є **один кілограм на метр кубічний (1 кг/м³)**.

Молекулою називається найменша частинка речовини, що має її основні хімічні властивості та складається з атомів.

Фізична величина, що характеризує теплове розширення матеріалу і визначається відношенням зміни довжини тіла внаслідок його нагрівання на 1 °С до його початкової довжини, називається **температурним коефіцієнтом лінійного розширення**: $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$, де $\Delta l = l - l_0$ — зміна довжини тіла, $\Delta t = t - t_0$ — зміна температури тіла, l_0 — початкова довжина тіла при температурі t_0 , l — довжина тіла при температурі t .

СВІТЛОВІ ЯВИЩА

Вчення про світло і світлові явища називається **оптикою**. **Джерела світла** — це всі тіла, які випромінюють світло. За характером випромінювання розрізняють **теплові і люмінесцентні** (люмінесценція — від латинського слова *люмен* (люмінус) — світло, холодне світіння) **джерела світла**. Джерела світла поділяють на **природні й штучні**. **Приймачі світла** — це тіла, чутливі до світла.

Фотометрія — розділ оптики, в якому розглядаються енергетичні характеристики світла в процесах його випромінювання, поширення та взаємодії з середовищем. **Світловий потік** — це фізична величина, яка визначається кількістю оцінюваної за зоровим відчуттям світлової енергії W , що падає на поверхню за одиницю часу t :

$\Phi = \frac{W}{t}$. Одиницею світлового потоку є **один люмен** (1 лм). **Сила світла** — фізична

величина, що характеризує світіння джерела в певному напрямку: $I = \frac{\Phi}{4\pi}$, де Φ —

повний світловий потік, $\pi = 3,14$. Одиницею сили світла в СІ є **одна кандела** (1 кд).

Освітленість — фізична величина, яка визначається світловим потоком Φ , що падає на одиницю освітленої поверхні S : $E = \frac{\Phi}{S}$. **1 люкс** — це освітленість такої поверхні,

на 1 м² якої падає світловий потік 1 лм. Якщо поверхня розташована перпендикулярно до напрямку поширення світла від точкового джерела і світло поширюється в чисто-

му повітрі, то освітленість: $E = \frac{I}{R^2}$, де I — сила світла джерела, R — відстань від

джерела світла до поверхні.

Закон поширення світла в однорідному середовищі: в однорідному середовищі світло поширюється прямолінійно.

Промінь світла — це лінія, вздовж якої поширюється світло. Якщо світлові промені обмежити певною поверхнею у просторі, то отримаємо **світловий пучок**. **Тінь** — частина простору за непрозорим предметом, куди не проникає світло. Якщо розміри джерела світла дуже малі порівняно з відстанню від джерела світла до екрана, то таке джерело називають **точковим джерелом світла**.

Закони відбивання світла: 1. Промінь падаючий, промінь відбитий і перпендикуляр, проведений у точку падіння променя, лежать в одній площині. 2. Кут відбивання дорівнює куту падіння.

Якщо поверхня дзеркала є площиною, то таке дзеркало називають **плоским дзеркалом**. Зображення предмета в плоскому дзеркалі є уявне і пряме. Воно завжди розміщене на такій самій відстані за дзеркалом, на якій предмет розміщений перед дзеркалом. Розміри зображення предмета в плоскому дзеркалі дорівнюють розмірам самого предмета.

Закони заломлення світла: 1. Падаючий і заломлений промені лежать в одній площині з перпендикуляром, проведеним у точку падіння променя до площини поділу двох середовищ. 2. Залежно від того, з якого середовища і в яке переходить промінь, кут заломлення може бути більшим або меншим від кута падіння.

Сонячне світло складається з семи кольорів. Розкладання білого світла тригранною призмою пояснюється тим, що окремі кольорові промені заломлюються в ній неоднаково. Найменше заломлюються промені червоного світла, а найбільше — фіолетового. Отже, розташування кольорів у спектрі завжди буде однаковим. Біле світло можна отримати шляхом змішування тільки трьох кольорів — червоного, зеленого і синього. Червоний, зелений і синій кольори — це основні, або первинні, кольори спектра.

8 КЛАС МЕХАНІЧНИЙ РУХ

Зміну положення тіла з часом відносно інших тіл називають **механічним рухом**. **Матеріальна точка** — це об'єкт без розмірів, подібно до геометричної точки, який має масу досліджуваного тіла. Рух тіл завжди відносний. Усі тіла природи перебувають у русі, тому будь-який рух або спокій є відносним, тобто стан тіла залежить від того, відносно якого тіла цей стан розглядають.

Розділ фізики, в якому вивчають звукові явища, називають **акустикою**. Будь-яке тверде, рідке чи газоподібне тіло, що здійснює коливання зі звуковою частотою, створює в навколишньому середовищі звукову хвилю. Звук, створений тілом, яке гармонічно коливається, називають **музичним тоном** або **тоном**. **Гучність звуку** залежить від амплітуди коливань у звуковій хвилі. Одиницею гучності в СІ є **один децибел** (1 дБ). **Висота звуку** залежить від частоти коливань. **Шум** — це хаотична суміш багатьох звукових коливань різних частот і амплітуд.

Звукова хвиля — це поширення шарів згущеного і розрідженого повітря, які чергуються у просторі і спричинені коливаннями джерела. Швидкість поширення звуку:

$$v_{\text{зв}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu. \text{ Швидкість поширення звуку в середовищі залежить від температури.}$$

Інфразвукові коливання (інфразвук) — це коливання, частота яких менша за 16 Гц — найнижчу частоту звукових коливань. **Ультразвукові коливання** (ультразвук) — це коливання, частота яких більша за 20000 Гц — найвищу частоту звукових коливань.

ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ

Унаслідок взаємодії тіл вони змінюють швидкість і напрям свого руху, а також деформуються. Явище збереження швидкості руху тіла за відсутності дії на нього інших тіл називають **інерцією**. **Маса тіла** — це фізична величина, яка характеризує інертність тіла.

Величину, що визначається відношенням сили тиску F до площі поверхні S , на яку вона діє, називають тиском $p = \frac{F}{S}$. Одиницею тиску є **один паскаль** (1 Па). **За-**

кон Паскаля: тиск, створюваний на рідину або газ зовнішніми силами, передається рідиною або газом однаково в усіх напрямках. Тиск рідин, зумовлений силою тяжіння, називають **гідростатичним**: $p = \rho gh$, де ρ — густина рідини, $g = 9,91 \text{ м/с}^2$, h — висота стовпа рідини.

Гідравлічна машина дає вигоду у силі у стільки разів, у скільки разів площа великого поршня більша за площу малого: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$.

З'єднані між собою посудини, в яких рідина може вільно протікати з однієї посудини в іншу, називають **сполученими посудинами**. У сполучених посудинах вільні поверхні однорідної рідини встановлюються на одному рівні. Якщо в колінах сполучених посудин різні рідини, то виконується співвідношення: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$. **Шлюзи** — гідро-

технічна споруда для переведення суден на річці або каналі з одного рівня на інший.

Тиск, який створює атмосфера на всі тіла, що в ній перебувають, а також на земну поверхню, називають **атмосферним тиском**. Тиск атмосфери, що дорівнює тиску стовпа ртуті висотою 760 мм при температурі 0 °С, називають **нормальним атмосферним тиском**. 1 мм рт.ст. = 133,3 Па. 760 мм рт.ст. = 101 325 Па. **Манометри** — вимірювальні прилади, призначені для вимірювання тиску або різниці тисків.

На тіло, занурене повністю у рідину, діє **архімедова сила**, яка визначається за формулою: $F_A = \rho_p g V_T$, де ρ_p — густина рідини, $g = 9,81$ Н/кг, V_T — об'єм зануреного тіла.

РОБОТА І ЕНЕРГІЯ

Механічна робота прямо пропорційна прикладеній до тіла силі й відстані, на яку це тіло переміщується: $A = Fl$, де F — прикладена сила, l — шлях, пройдений тілом у напрямі дії сили. Одиницею роботи є один джоуль (1 Дж). **Потужність** — це фізична величина, яка визначається відношенням виконаної роботи до затраченого часу:

$N = \frac{A}{t}$, де A — механічна робота, t — час виконання роботи. Одиницею потужності є один ват (1 Вт).

Механізм — пристрій, що передає рух або перетворює один вид руху в інший. **Машина** — механізм або поєднання механізмів для перетворення енергії з одного виду в інший. **Важіль** — тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухокої опори. Важіль виграшу в роботі не дає. **Блок** — це колесо з жолобом, закріплене в обоймі. **Рухомий блок** — це блок, вісь якого піднімається або опускається разом з вантажем. Рухомий блок дає виграш у силі в два рази. **Коловорот** — різновид важеля. Різновиди **похилої площини**: клин, гвинт. **Золоте правило механіки**: жодний простий механізм виграшу в роботі не дає: у скільки разів виграємо в силі, в стільки саме разів програємо у відстані.

Відношення корисної роботи до повної (затраченої) роботи називають **коефіцієнтом корисної дії (ККД)** механізму: $\eta = \frac{A_k}{A_z} 100\%$.

КІЛЬКІСТЬ ТЕПЛОТИ

Тепловий рух — це безладний рух атомів і молекул, який визначає температуру тіла. Енергію руху та взаємодії частинок, з яких складається тіло, називають **внутрішньою енергією**. Внутрішню енергію тіла можна збільшити, виконуючи над ним роботу. Якщо роботу виконує саме тіло, внутрішня енергія його зменшується. **Теплообмін** — процес передачі енергії від нагрітого тіла до холодного без виконання над ними роботи. Передачу тепла від більш нагрітої частини тіла до менш нагрітої внаслідок теплового руху частинок тіла (без перенесення речовини) називають **теплопровідністю**. **Конвекція** — процес перенесення енергії струменями рідини або газу. **Випромінювання** — вид теплообміну, який може відбуватися без проміжного середовища між тілами і зумовлений випусканням і поглинанням ними теплового проміння.

Щоб визначити кількість теплоти Q , яку потрібно затратити для нагрівання (або яка виділяється при охолодженні) тіла масою m , треба питому теплоємність речовини c помножити на масу тіла m і різницю температур $(t_2 - t_1)$: $Q = cm(t_2 - t_1)$.

Процес переходу речовини з твердого стану в рідкий називають **плавленням**. Процес переходу речовини з рідкого стану в твердий називають **кристалізацією (твердненням)**. Під час плавлення (тверднення) речовини маса і температура її не змінюються. Щоб визна-

чити кількість теплоти Q , яку потрібно затратити для плавлення (тверднення) тіла масою m , взятого при температурі плавлення (тверднення), треба питому теплоту плавлення речовини λ помножити на масу тіла m : $Q = \lambda m$.

Процес переходу речовини з рідкого (газоподібного) стану в газоподібний (рідкий) називають **випаровуванням (конденсацією)**. Щоб визначити кількість теплоти Q , яку потрібно затратити для випаровування (конденсації) рідини масою m , взятої при температурі кипіння (конденсації), треба питому теплоту пароутворення речовини L помножити на масу тіла m : $Q = Lm$.

Щоб визначити кількість теплоти Q , яка виділяється під час повного згоряння палива масою m , треба питому теплоту згоряння палива q помножити на масу палива m : $Q = qm$.

9 КЛАС ЕЛЕКТРИЧНЕ ПОЛЕ

Від слова «електрон» і пішло слово «електрика». Тіла електризуються або набувають заряду. В електризації завжди беруть участь два тіла. Під час електризації електризуються обидва тіла. Під час електризації скла об шокв скло набуває позитивного заряду «+», а шокв — негативного «-»; під час електризації ебоніту об вовну ебоніт набуває негативного заряду «-», а вовна — позитивного «+». **Одноименні заряди відштовхуються, а різнойменні — притягуються.**

За здатністю проводити електричні заряди речовини поділяють на **провідники та непровідники (ізолятори, діелектрики)** електрики.

Заряд електрона — негативний, його позначають літерою e і називають елементарним зарядом: $e = -0,00000000000000000016$ Кл $= -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Атом — це найдрібніша частинка речовини, найменша частина хімічного елемента, яка є носієм його хімічних властивостей. Маса будь-якого атома практично дорівнює масі його ядра. Атом в цілому нейтральний.

Ядро атома складається з протонів і нейтронів. Протон — це позитивно заряджена частинка, що має масу, що в 1836 разів перевищує масу електрона. Електричний заряд протона збігається за модулем із зарядом електрона: $q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Нейтрон є нейтральною частинкою, маса якої в 1839 разів перевищує масу електрона. Електричний заряд нейтрона дорівнює нулю: $q_n = 0$. Число нейтронів в атомному ядрі позначається буквою N . Воно визначається за формулою $N = A - Z$. У центрі атома знаходиться ядро, яке складається з протонів і нейтронів, а навколо ядра рухаються електрони. Якщо атом втрачає електрон або декілька електронів, то такий атом називається **позитивним йоном** (катионом). Якщо атом приєднав до себе один або декілька електронів, називається **негативним йоном** (аніоном).

Закон збереження електричного заряду: в замкнутій системі алгебраїчна сума зарядів усіх частинок залишається незмінною: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$.

Електричне поле — це особливий вид матерії, який відрізняється від речовини й існує навколо будь-яких заряджених тіл.

Основні властивості електричного поля: 1. Електричне поле зарядженого тіла діє з деякою силою на будь-яке інше заряджене тіло, що знаходиться в цьому полі. 2. Поблизу заряджених тіл створюване ними електричне поле сильніше, а подалі слабше.

Сила, з якою електричне поле діє на тіла, які знаходяться в цьому полі, називається **електричною силою**.

Силкові лінії електричного поля — це лінії, що вказують напрям сили, яка діє в цьому полі на розміщене в ньому заряджене тіло.

Заряд називається **точковим**, якщо він розподілений на тілі, розміри якого значно менші, ніж будь-які відстані між взаємодіючими тілами у даній задачі.

Закон Кулона: сила взаємодії між двома нерухомими точковими електричними зарядами прямо пропорційна добутку цих зарядів і обернено пропорційна квадрату

відстані між ними: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$, де $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н · м²) — електрична стала,

ϵ — діелектрична проникність.

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

Електричний струм — це впорядкований (напрявлений) рух заряджених частинок.

Джерелами електричного струму називаються пристрої, в яких виконується робота з розділення позитивно та негативно заряджених частинок. До них відносяться: гальванічні елементи, акумулятори, сонячні батареї, термоелементи, генератори різного роду.

Для того, щоб одержати електричний струм у провіднику, потрібні: електричні заряди, джерело струму, замкнене електричне коло.

Електричний струм у металах (металевих провідниках) — це впорядкований рух електронів під дією електричного поля, яке створює джерело електричного струму. **Дії електричного струму:** теплова, магнітна, хімічна, світлова. **За напрям електричного струму** умовно вибрали той напрям, в якому рухаються (або могли б рухатися) в провіднику позитивні заряди, тобто напрям від позитивного полюса джерела струму до негативного.

Сила струму — це фізична величина, що характеризує електричний струм і визначається відношенням електричного заряду, що пройшов через провідник, до

часу його проходження: $I = \frac{q}{t}$. **1 ампер (1 А)** — сила струму, який, протікаючи у

двох паралельних прямолінійних нескінченної довжини тонких провідниках, що розміщені у вакуумі на відстані 1 м один від одного, викликає на кожній ділянці провідника довжиною 1 м силу взаємодії 0,0000002 Н. Для вимірювання сили струму в колі використовують прилад — **амперметр**, який вмикають у коло послідовно з тим приладом, силу струму в якому вимірюють.

Напряга — це фізична величина, що визначається відношенням роботи струму на певній ділянці кола до електричного заряду, що пройшов по цій ділянці: $U = \frac{A}{q}$.

1 вольт (1 В) — це така напряга на кінцях провідника, при якій робота по переміщенню електричного заряду 1 кулон (1 Кл) по цьому провіднику дорівнює 1 джоуль (1 Дж). Для вимірювання напряги в електричних колах використовують прилад — **вольтметр**, який слід під'єднувати паралельно до ділянки кола, на якій потрібно виміряти напрягу, тобто затискачі вольтметра під'єднати до тих точок кола, між якими треба виміряти напрягу.

Величина, яка характеризує властивість провідника протидіяти напрямленому переміщенню зарядів всередині нього, називається **електричним опором провідника**. **1 ом (1 Ом)** — опір такого провідника, в якому при напрузі на кінцях 1 вольт (1 В) сила струму дорівнює 1 амперу (1 А). **Опір провідника** прямо пропорційний його довжині, обернено пропорційний площі його поперечного перерізу і залежить від

речовини провідника: $R = \rho \frac{l}{S}$. **Питомий опір речовини** — це фізична величина, що

показує, який опір має зроблений із цієї речовини провідник довжиною 1 м і площею поперечного перерізу 1 м². Зі зміною температури опір металевого провідника змінюється: $R = R_0(1 + \alpha t)$, де R — опір провідника при 0 °С, R_0 — опір провідника при певній температурі, t — температура провідника, α — температурний коефіцієнт опору. **Температурний коефіцієнт опору** характеризує залежність опору речовини від температури і визначається відносною зміною опору провідника при нагріванні

на 1 °С: $\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 t}$.

Закон Ома: сила струму на ділянці кола прямо пропорційна напрузі на цій ділянці й обернено пропорційна опору цієї ділянки: $I = \frac{U}{R}$, де I — сила струму в провіднику,

U — напряга на кінцях провідника, R — опір провідника.

Закони послідовного з'єднання провідників: 1. При послідовному з'єднанні провідників сила струму в будь-якій частині електричного кола однакова: $I = I_1 = I_2$. 2. По-

вна напруга в колі при послідовному з'єднанні, або напруга на полюсах джерела струму, дорівнює сумі напруг на окремих ділянках кола: $U = U_1 + U_2$. 3. Загальний опір кола при послідовному з'єднанні дорівнює сумі опорів окремих провідників або окремих ділянок кола: $R = R_1 + R_2$.

Закони паралельного з'єднання провідників: 1. Напруга на ділянці кола і на кінцях усіх паралельно з'єднаних провідників однакова: $U = U_1 = U_2$. 2. Сила струму в нерозгалуженій частині дорівнює сумі струмів в окремих паралельно з'єднаних провідниках: $I = I_1 + I_2$. 3. Загальний опір кола при паралельному з'єднанні визначається

таким співвідношенням:
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Робота електричного струму — фізична величина, що характеризує перетворення електричної енергії на інші види енергії. Щоб визначити роботу електричного струму на ділянці кола, потрібно напругу на кінцях цієї ділянки помножити на силу струму в ній і на час, протягом якого виконувалася робота: $A = UI t$, де A — робота електричного струму; U — напруга на кінцях ділянки; I — сила струму в колі; t — час, протягом якого виконувалася робота.

Потужність електричного струму — фізична величина, що характеризує здатність електричного струму виконувати певну роботу за одиницю часу: $P = UI$.

Закон Джоуля–Ленца: кількість теплоти, яка виділяється провідником зі струмом, визначається добутком квадрата сили струму, опору провідника й часу проходження струму: $Q = I^2 R t$, де Q — кількість теплоти, яка виділяється провідником зі струмом, I — сила струму у провіднику, R — опір провідника, t — час проходження струму.

Речовини, які під дією розчинника дисоціюють (розпадаються) на йони, називаються **електролітами**. **Електричний струм у розчинах електролітів** — це впорядкований рух позитивних і негативних йонів. Процес виділення речовини на електродах при протіканні електричного струму через розчини або розплави електролітів називається **електролізом**. **Закон електролізу Фарадея:** маса речовини, яка виділяється на електроді за інтервал часу Δt при проходженні електричного струму I , пропорційна силі струму та інтервалу часу: $m = k I \Delta t$, де m — маса виділеної на електроді речовини; k — електрохімічний еквівалент даної речовини (дається у таблицях); I — сила струму в колі; Δt — час проходження електричного струму.

Провідність чистих напівпровідників, яка виникає під час їх нагрівання або освітлення, називається **власною провідністю**. Провідність напівпровідників, викликана електронами домішкових атомів, називається **домішковою провідністю**. Напівпровідники з домішковою електронною провідністю називають **напівпровідниками n -типу** (від латинського слова *negativus* — негативний). Напівпровідники з домішковою дірковою провідністю називають **напівпровідниками p -типу** (від латинського *positivus* — позитивний).

Процес проходження електричного струму через газ називається **газовим розрядом**. **Тліючий розряд** — розряд, який спостерігається при низьких тисках (десяті й соті частки міліметра ртутного стовпа) і напрузі між електродами в кілька сотень вольт. **Електрична дуга** — явище виникнення стовпа газу між двома вугільними електродами, що яскраво світяться. **Коронний розряд** — розряд, світна область якого нагадує корону і який спричиняється при атмосферному тиску поблизу загострених частин провідника, що несе великий електричний заряд. **Іскровий розряд** — розряд, який виникає при високій напрузі між електродами в повітрі і має вигляд пучка яскравих зигзагоподібних смужок, що розгалужуються від тонкого каналу.

Коротким замиканням називають з'єднання кінців ділянки кола провідником, опір якого дуже малий порівняно з опором ділянки кола.

МАГНІТНЕ ПОЛЕ

Магніт (від грец. *магнесійський камінь*) — тіло, яке має магнітні властивості. Предмети, що містять у собі залізо, сталь, нікель, чавун або їх сплави, притягуються магнітами. Папір, скло, пластмаса, мідь не мають магнітних властивостей. Місця магніту, де виявляються