ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

НАВЧАННЯ
БЕЗ МЕЖ

Природничі науки

ІНТЕГРОВАНИЙ КУРС

9



НАУКА
В ДІЇ

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Мандренко Ю. І., Лисицька Т. В., Омелянчук Ю. О.,
Шуляк Я. Ю., Романишин Л. М., Федько Я. Ю., Блинчук Л. М.

«Природничі науки»
підручник інтегрованого курсу
для 9 класу
закладів загальної середньої освіти

ТОВ Видавництво «Ранок»
2026

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Створено відповідно до модельної навчальної програми
«Природничі науки. 7–9 класи (інтегрований курс)»
для закладів загальної середньої освіти
(автори Мандренко Ю. І., Довгань Г. Д., Сардига М. В.,
Омелянчук Ю. О., Боднар О. В., Ментух С. І.)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Природничі науки

Підручник інтегрованого курсу для 9 класу
закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

rnk.com.ua/111247
Інтерактивний
електронний додаток
до підручника

НАУКА ВОКРУГ НАС

9 клас



ІНТЕГРОВАНИЙ КУРС

Київ • Харків
Видавництво «Ранок»
2026

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

УДК 57.081.1(075.3)
П 11

Авторський колектив:
Юлія Мандренко, Тетяна Лисицька, Юлія Омелянчук, Яна Шуляк,
Лариса Романишин, Ярослав Федько, Людмила Блинчук

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 27.01.2026 № 110)

Підручник створено відповідно до модельної навчальної програми
«Природничі науки. 7–9 класи (інтегрований курс)»
для закладів загальної середньої освіти
(автори Мандренко Ю. І., Довгань Г. Д., Сардига М. В.,
Омелянчук Ю. О., Боднар О. В., Ментух С. І.)

Підручник успішно пройшов апробацію у 2025/2026 навчальному році
(наказ Міністерства освіти і науки України від 02.02.2026 № 142)

Природничі науки : підруч. інтегрованого курсу
П 11 для 9 кл. закл. загал. серед. освіти / [Ю. І. Мандренко,
та ін.]. — Харків : Вид-во «Ранок», 2026. — 240 с. : іл.
ISBN

УДК 57.081.1(075.3)

Інтерактивний електронний додаток до підручника доступний за QR-кодом або посиланням **rnk.com.ua/111247**

ЗРОБЛЕНО В УКРАЇНІ

© Мандренко Ю. І., Лисицька Т. В., Омелянчук Ю. О., Шуляк Я. Ю., Романишин Л. М., Федько Я. Ю., Блинчук Л. М. 2026
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2026

ISBN

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Зміст

Вступ **5**

1. Фотосинтез і ріст рослин **6**

Тема 1. Фотосинтез 7
Тема 2. Мінеральне живлення рослин 13
Перевірте себе 19

2. Спадковість і розмноження **21**

Тема 1. Мінливість виду 22
Тема 2. Основи спадковості й статевого розмноження 28
Тема 3. Ембріогенез людини 33
Перевірте себе 39

3. Популяції та зникнення видів **41**

Тема 1. Адаптації. Еволюція. Природний добір 42
Тема 2. Зникнення видів. Глобальне забруднення 48
Перевірте себе 53

4. Екосистеми **55**

Тема 1. Середовища існування. Екосистеми. Трофічні ланцюги 56
Тема 2. Взаємозалежність організмів. Конкуренція 64
Перевірте себе 71

5. Періодична система хімічних елементів **73**

Тема 1. Періодична система хімічних елементів та її графічне вираження 74
Тема 2. Електронні оболонки атомів хімічних елементів 80
Перевірте себе 86

6. Хімічний зв'язок і будова речовини **88**

Тема 1. Класифікація хімічних зв'язків та принципи їх утворення 89
Тема 2. Кристалічні ґратки 96
Перевірте себе 102

7. Хімічні реакції **104**

Тема 1. Закон збереження маси речовин 105
Тема 2. Класифікація хімічних реакцій 111
Тема 3. Швидкість хімічних реакцій 117
Перевірте себе 122

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

8. Енергія 124

Тема 1. Коливання математичного маятника. Закон збереження енергії 125
Тема 2. Теплова енергія. Види теплопередачі 132
Перевірте себе 139

9. Сили 141

Тема 1. Виштовхувальна сила рідин та газів 142
Тема 2. Плавання тіл 147
Перевірте себе 154

10. Електричний струм 156

Тема 1. Напруга та опір 157
Тема 2. Вимірювання струму та напруги в колах із послідовним і паралельним з'єднанням 164
Перевірте себе 168

11. Звук 170

Тема 1. Що таке звук? Гучність і висота тону 171
Тема 2. Перешкоди 178
Перевірте себе 183

12. Глибинна будова Землі 185

Тема 1. Геодинаміка Землі. Тектоніка плит та її прояви 186
Тема 2. Рух тектонічних плит 193
Перевірте себе 198

13. Біогеохімічний цикл Карбону 200

Тема 1. Колообіг Карбону 201
Тема 2. Вплив діяльності людини на колообіг Карбону 206
Перевірте себе 211

14. Вплив антропосфери на глобальні зміни клімату 213

Тема 1. Антропосфера та раціональне природокористування 214
Тема 2. Наслідки кліматичних змін 219
Перевірте себе 225

15. Астрономія 227

Тема 1. Зіткнення космічних тіл 228
Тема 2. Дослідження Всесвіту 234
Перевірте себе 238

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Дослідникам та дослідницям природничих наук!

Ми продовжуємо захопливу подорож у світ природи — різноманітний, складний і дивовижно взаємопов'язаний. Раніше ви вже знайомилися з явищами, речовинами, живими організмами й процесами, що постійно відбуваються навколо нас і в нас самих.

Тепер ми заглибимося ще глибше: дізнаємося, як працюють природні системи, як пов'язані між собою біологія, хімія, фізика, географія й екологія, і як ці знання допомагають пояснити світ.

Цей підручник стане вашим супутником у спостереженнях, дослідженнях і відкриттях. Пам'ятайте: кожне нове запитання — це вже перший крок до наукового відкриття.

Рубрики підручника

Основний навчальний матеріал

Попрактикуйтеся: запитання та вправи для закріплення матеріалу



Завдання: цікаві завдання, виконуючи які, ви відчуватимете себе справжніми науковцями та науковицями

Наука в дії: застосування отриманих знань для розв'язання навчальних і життєвих проблем



Ключові поняття: перелік найважливіших термінів, які ви опанували протягом теми

Підсумки: узагальнення набутих знань та вмінь

Оцініть свої досягнення: матеріали для здійснення самооцінювання за підсумками теми

Інтерактивний електронний додаток

rnk.com.ua/111247
Інтерактивні завдання та додаткові матеріали

rnk.com.ua/111785
Використані джерела

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

1

Розділ 1.
Фотосинтез і ріст рослин

Листок — дивовижна «фабрика» живої природи. У клітинах листка містяться тисячі хлоропластів — органел, що поглинають світло та забезпечують процес фотосинтезу. Завдяки цьому рослина виробляє глюкозу, а побічним продуктом стає кисень. Кисень — це побічний продукт фотосинтезу, який забезпечує дихання більшості живих організмів на планеті.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що таке фотосинтез та які речовини та умови необхідні для цього процесу;
- які продукти утворюються під час фотосинтезу;
- чому фотосинтез є необхідним для життя на Землі;
- як рослини засвоюють воду й мінеральні солі та використовують їх для росту.

У цьому розділі ви навчитеся:

- висувати гіпотези щодо умов, необхідних для фотосинтезу, та планувати експерименти для їх перевірки;
- виконувати досліди для виявлення продуктів фотосинтезу;
- аналізувати результати експериментів та робити обґрунтовані висновки.

rnk.com.ua/111248

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- розуміти, що таке фотосинтез;
- складати рівняння фотосинтезу;
- застосовувати наукові знання для прогнозування перебігу фотосинтезу.

Фотосинтез

Рослини мають унікальну здатність самостійно створювати поживні речовини, засвоюючи енергію світла та використовуючи їх для росту і життєдіяльності. Завдяки цьому вони черпають із довкілля все необхідне для свого існування.



Ресурси, необхідні рослинам

- **Енергія світла**
- **Вуглекислий газ** CO_2
- **Вода**
- **Тепло**
- **Хімічні елементи:** N, P, K, Ca, Mg, S, Fe



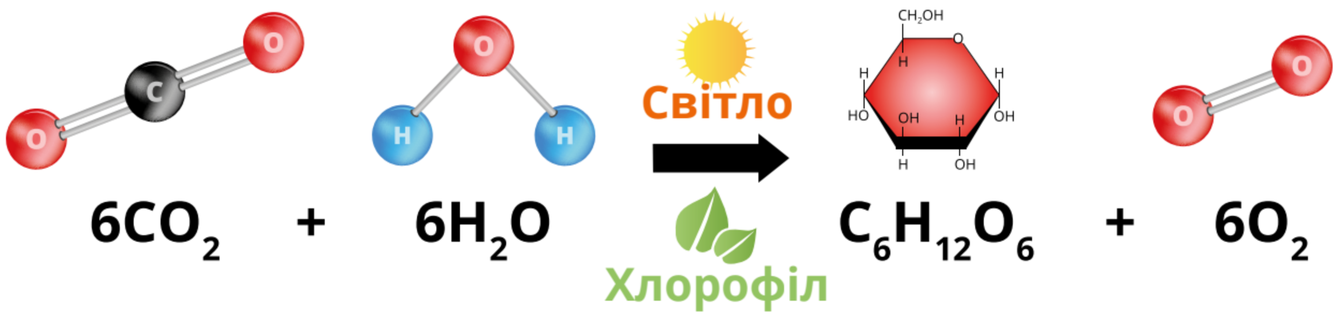
Рис. 1.1. Схема фотосинтезу

Фотосинтез — один із найважливіших процесів у природі, під час якого з вуглекислого газу й води утворюються органічні речовини та кисень (рис. 1.1; рис. 1.3). Фотосинтез складається з двох послідовних фаз: **світлової** та **темнової**.

У світловій фазі відбувається фотоліз води з виділенням кисню, а енергія світла накопичується в хімічних зв'язках.

У темновій фазі ці сполуки використовуються для синтезу глюкози, яка надалі може перетворюватися на інші рослинні вуглеводи — целюлозу, сахарозу, фруктозу, камедь, пектин тощо.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{Світло, Хлорофіл}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

вуглекислий газ + вода → → глюкоза + кисень

Рис. 1.2. Графічна та текстова схеми фотосинтезу

Процес фотосинтезу можна представити за допомогою графічної та текстової схем (рис. 1.2). У клітинах листків рослин містяться **хлоропласти** (рис. 1.4) із зеленим пігментом — хлорофілом, який поглинає світлову енергію та ініціює фотосинтез. Значна частина поглинутої енергії застосовується для синтезу молекул глюкози та кисню. Глюкоза накопичується в клітині, а кисень вивільняється в повітря (або воду) й потім задіюється в процесах дихання.

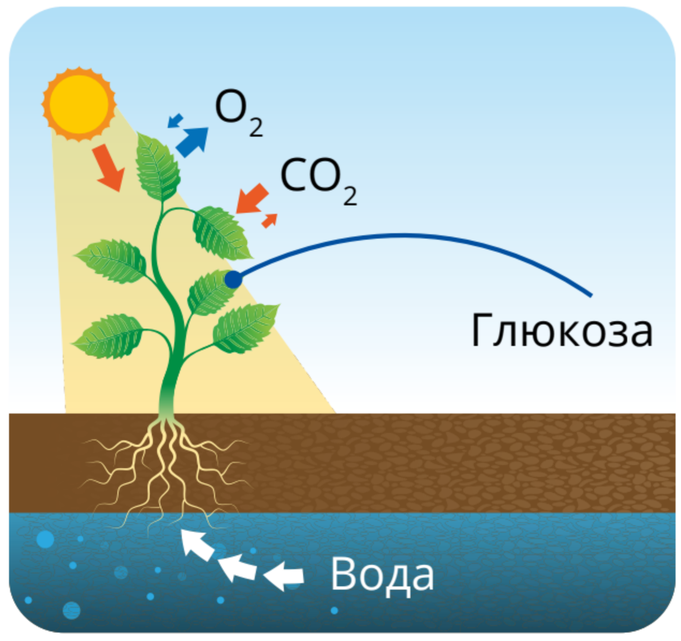


Рис. 1.3. Схема фотосинтезу

- **Тилакоїд** — на його мембрані містяться молекули хлорофілу й відбуваються реакції світлової фази фотосинтезу.
- **Строма** (внутрішній вміст хлоропласта) — у ній відбуваються реакції темнової фази.
- **Внутрішня мембрана** бере участь у процесах обміну енергією та регулює транспорт речовин.
- **Зовнішня мембрана** діє як захисний бар'єр, підтримує форму та регулює транспорт певних речовин.

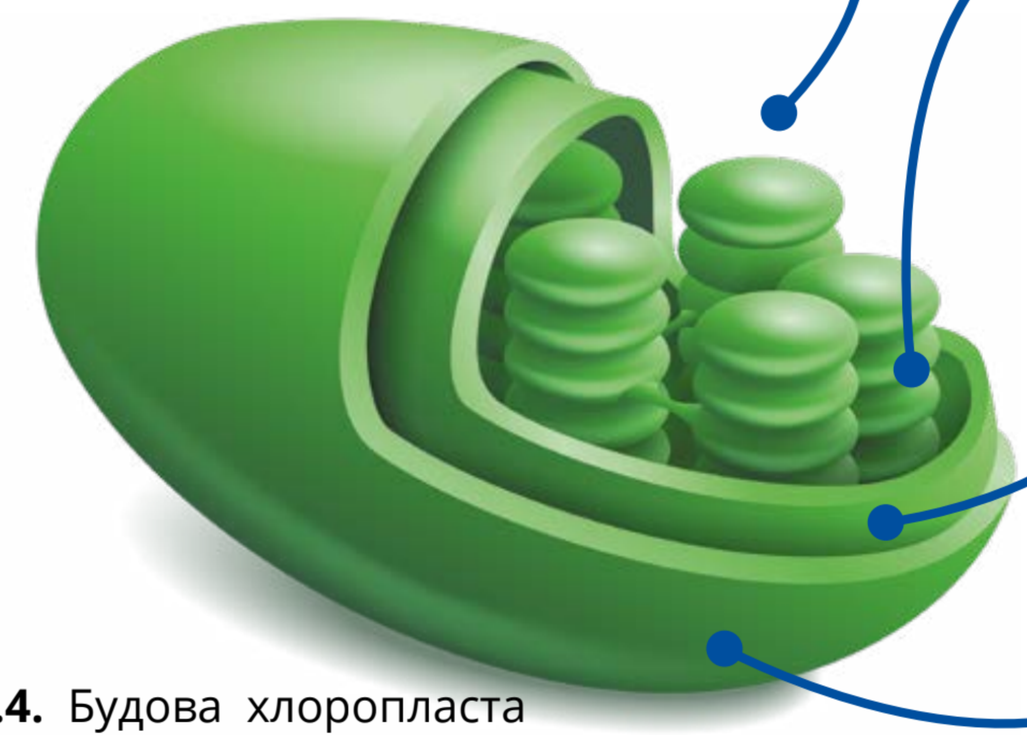


Рис. 1.4. Будова хлоропласта

Попрактикуйтеся

1 Доросла береза за 180 днів поглинає 48 кг CO_2. Людина масою 70 кг споживає 0,5 кг O_2 на добу.

а) Скільки беріз треба, щоб забезпечити одну людину киснем на рік?

б) На скільки днів вистачить одній людині кисню, виробленого однією березою за весь вегетаційний період?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

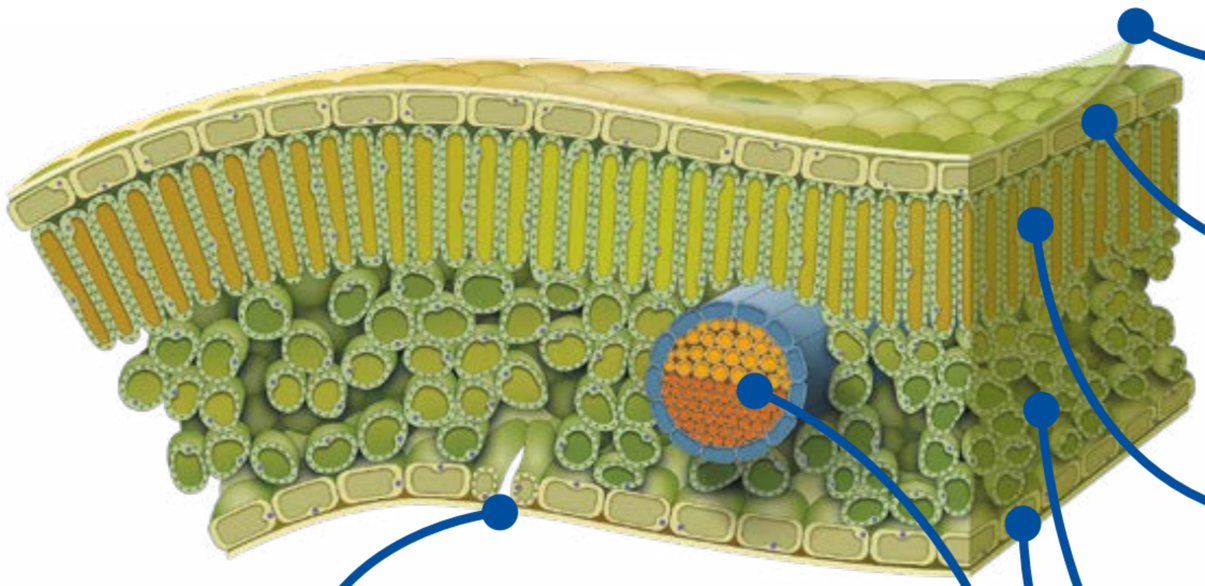
2 Проаналізуйте рис. 1.5 та поясніть, як дія чинників у піщаних пустелях обмежує ріст рослин.



Рис. 1.5. Обмежена рослинність пустелі

Адаптації листка до фотосинтезу

Листок — вегетативний орган рослин, для якого фотосинтез, транспірація та газообмін є основними функціями; водночас він може виконувати й додаткові функції, зокрема накопичення речовин, захист і вегетативне розмноження. Завдяки пласкій формі листок максимально ефективно поглинає сонячне світло, а хлоропласти здійснюють фотосинтез. Продихи регулюють газообмін і випаровування води, підтримуючи стабільні умови для життєдіяльності рослини.



- **Кутикула** на поверхні листка сприяє зменшенню випаровування води з поверхні.
- **Верхній епідерміс** — зовнішній шар клітин, що захищає рослину від негативного впливу довкілля та зменшує втрату вологи.
- **Стовпчаста основна тканина** містить численні хлоропласти, виконує функцію фотосинтезу.
- **Губчаста основна тканина** пронизана міжклітинниками, виконує функції фотосинтезу, газообміну й виведення зайвої водяної пари.
- **Нижній епідерміс**, окрім захисної функції, має численні продихи, які можуть відкриватися та закриватися.
- **Продихи** розташовані переважно на нижньому боці листка — через них відбувається газообмін і транспірація.
- **Жилка листка** надає листковій пластинці міцності й забезпечує транспортування води та розчинених у ній мінеральних солей провідними пучками та відведення синтезованої глюкози до інших органів.

Рис. 1.6. Внутрішня будова листка

Попрактикуйтеся

3 Обґрунтуйте, чому найбільше хлоропластів містяться саме в клітинах стовпчастої тканини.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Укажіть, як будова жилки в листку забезпечує транспортування води та продуктів фотосинтезу.

5 **а)** Розгляньте рис. 1.6, визначте, навіщо листку прозорий епідерміс.
б) Розгляньте рис. 1.7 та поміркуйте: яку функцію виконують продихи?
в) З'ясуйте, чому під час посухи продихи закриваються, і як це впливає на фотосинтез.

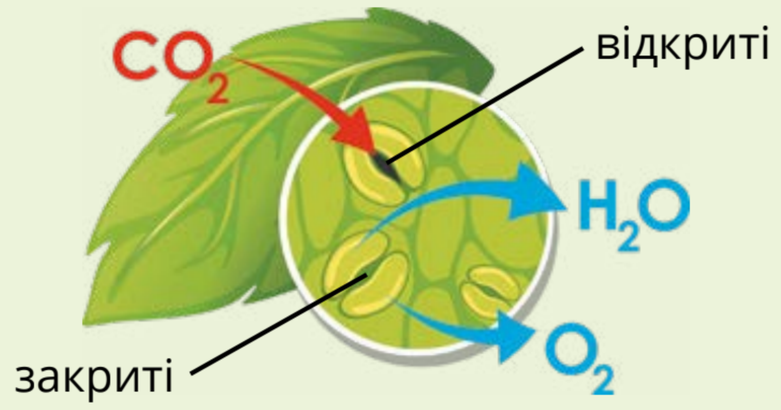


Рис. 1.7. Продихи на нижньому боці листка

Вуглеводи рослинного походження

Вуглеводи — органічні речовини, що містять атоми Карбону, Гідрогену й Оксигену. Вуглеводи рослинного походження утворюються в рослинах унаслідок фотосинтезу та подальших метаболічних процесів. Вони є джерелом енергії та будівельним матеріалом для рослин, тварин і людини.



Вуглеводи рослинного походження

- **Глюкоза** ($C_6H_{12}O_6$) Основне джерело енергії для клітин.
- **Крохмаль** ($(C_6H_{10}O_5)n$) Запасний вуглевод, що відкладається в клітинах.
- **Целюлоза** ($(C_6H_{10}O_5)n$) Будівельний матеріал клітинних стінок рослин.

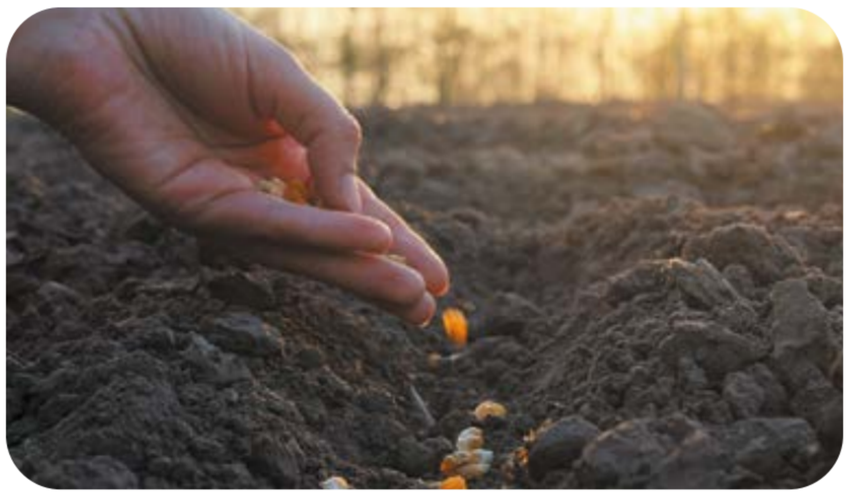


Рис. 1.8. Посів насіння в підготовлений ґрунт

Вуглеводи, синтезовані рослинами, є незамінним ресурсом для різних сфер людської діяльності. Їх активно використовують у фармацевтиці (як сировину або основу для створення лікарських форм, зокрема таблеток і медичних гелів), у промисловості (виробництво паперу, біоматеріалів), у косметиці (зволожувальні засоби), а також в екології (як сировину для біопалива та біорозкладних пластмас).

Попрактикуйтеся

6 За рис. 1.8 визначте, у якому органі рослини відкладається крохмаль і для чого він потрібен рослині.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

7* Дієтологи та дієтологині радять уживати більше свіжих овочів і зелені. Поясніть роль фотосинтезу в накопиченні поживних речовин у рослинах. Чому зимові тепличні овочі менш вітамінні, ніж овочі, вирощені у відкритому ґрунті в природних сезонних умовах?

Завдання 1.1. Вплив світла на виділення кисню

Сформулюйте план експерименту для перевірки гіпотези: за підвищення освітленості у водоростей зростає інтенсивність фотосинтезу, що видно за більшою кількістю бульбашок кисню. Підготовку виконайте в класі, сам експеримент проведіть удома.

1. Об'єднайтеся в пари та розподіліть обов'язки.
2. Сформулюйте гіпотезу про вплив освітленості на фотосинтез водоростей.
3. Поясніть взаємозв'язок між інтенсивністю освітлення та кількістю виділених бульбашок кисню.
4. Визначте контрольні змінні (за рис. 1.9).
5. Оцініть ризики й сплануйте їх мінімізацію.
6. Спрогнозуйте результати та обґрунтуйте очікувані зміни.
7. Зафіксуйте дані в таблиці.
8. Проаналізуйте дані, звірте з прогнозом і сформулюйте висновки.

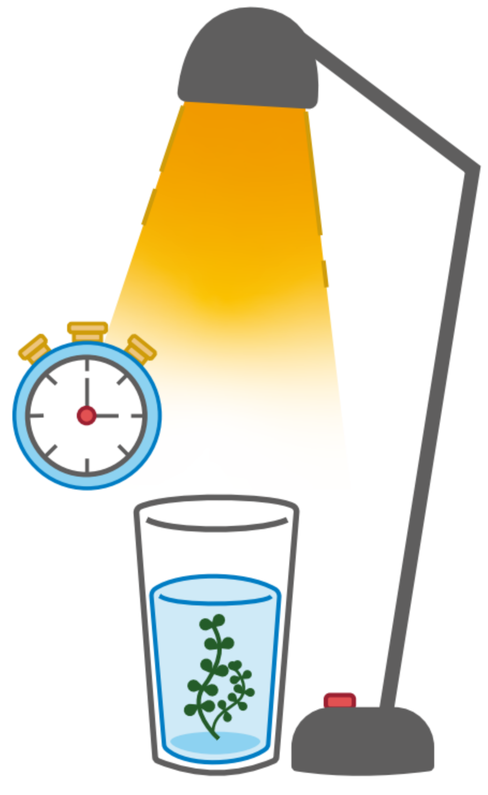
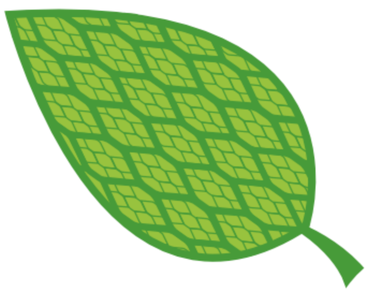


Рис. 1.9. Схема досліду

Штучний фотосинтез



Дослідники та дослідниці Кембриджського університету розробили штучний листок, здатний використовувати сонячне світло для синтез-газу — суміші чадного газу та водню, який використовують як сировину для подальшого синтезу палива. Ця система імітує природний фотосинтез рослин.



Науковці та науковиці активно вдосконалюють матеріали та конструкції штучних листків, щоб підвищити їхню ефективність. Якщо рослини засвоюють 1–2 % сонячної енергії, то сучасні експериментальні системи вже досягають 10–15 %.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Оптимізація наноструктур і напівпровідникових матеріалів наближає людство до створення екологічно чистого палива, що допоможе в боротьбі зі зміною клімату та скороченні викидів CO_2.

Наука в дії. Дослідження фотосинтезу



Рис. 1.10. Професор Національної академії наук України А. Оканенко

Українські науковці та науковиці розробили інноваційні методи дослідження фотосинтезу. Професор НАН Аркадій Оканенко (рис. 1.10) заснував наукову школу з фізіології та екології фотосинтезу. Цей напрям активно розвивала докторка біологічних наук Тамара Шадчина, яка очолювала відповідний відділ у НАН України.

А перший космонавт незалежної України Леонід Каденюк під час місії STS-87 на шатлі «Колумбія» 1997 року проводив експерименти з соєю та ріпаком, щоб дослідити процес фотосинтезу в умовах мікрогравітації й штучного освітлення.



Підсумки

- Вуглеводи — органічні речовини, що містять атоми Карбону, Гідрогену та Оксигену.
- Глюкоза — основне джерело енергії для клітин.
- Крохмаль — запасний вуглевод, що відкладається в клітинах рослин.
- Целюлоза входить до складу клітинних стінок рослин.

Ключові поняття

Фотосинтез, хлоропласт, кутикула, шкірочка, продих, стовпчаста тканина, губчаста тканина, жилка листка, вуглеводи.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу формулювати гіпотези, робити прогнози й перевіряти їх за допомогою експериментів.
- ☑ Я можу планувати та проводити дослідження, збирати та оформлювати дані в таблиці.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- усвідомлювати, як рослини засвоюють воду й мінеральні солі та використовують їх для росту;
- досліджувати, як вода та водні розчини мінеральних солей переміщуються в рослинах;
- застосовувати наукові знання для підживлення рослин мінеральними добривами.

Мінеральне живлення рослин



Рослини ростуть і розвиваються, утворюючи нові корені, пагони й інші органи, що збільшують їхню масу та розміри. Для цього рослинам необхідні поживні речовини, які вони поглинають коренями у вигляді водних розчинів.

Мінеральні солі містять хімічні елементи, необхідні рослинам для синтезу

- уповільнюється ріст за дефіциту Нітрогену
- відбувається пожовтіння листків за нестачі Магнію
- за нестачі Калію зменшуються тургор клітин і стійкість рослини до посухи, що призводить до зниження врожайності
- нестача Кальцію спричиняє відмирання кореневої системи

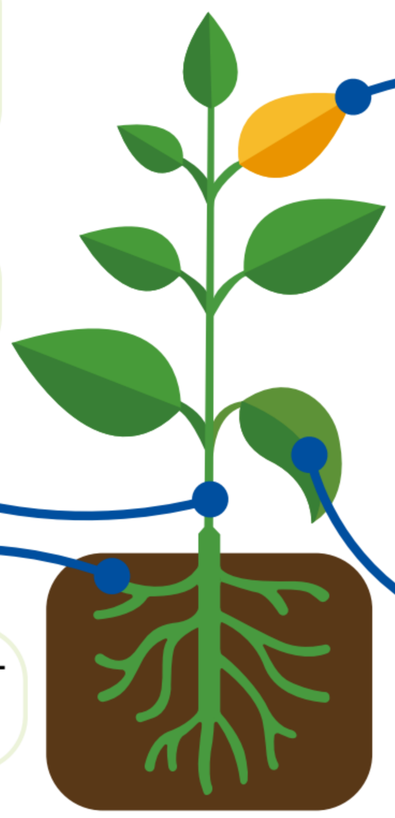
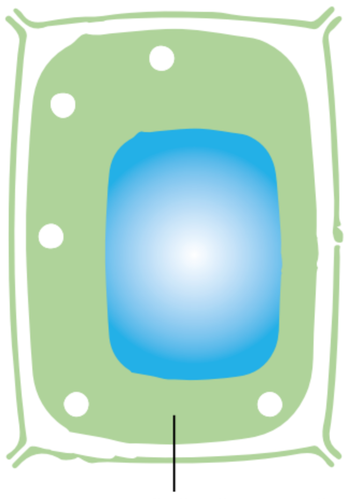


Рис. 1.11. Вплив нестачі окремих хімічних елементів на рослину

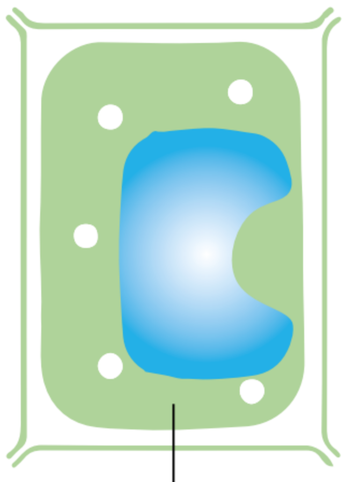


Корені водночас закріплюють рослину в ґрунті та забезпечують **мінеральне живлення**. **Мінеральні солі** забезпечують рослини необхідними хімічними елементами для нормального росту й розвитку. Їх нестача може призвести до порушення життєвих процесів (рис. 1.11). Вода виконує в рослині важливі функції: забезпечує транспорт речовин, слугує вихідною речовиною для фотосинтезу та підтримує внутрішній тиск клітин (тургор). За браку вологи клітини втрачають тургор, унаслідок чого рослина в’яне; за тривалого зневоднення можливе ушкодження й руйнування клітин (рис. 1.12–1.13).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Коли клітина містить достатньо води, тургорний тиск, що виникає внаслідок взаємодії вакуолі, цитоплазми й клітинної стінки, підтримує її форму.



За нестачі води вакуоля зменшується, клітина втрачає тургор.

Рис. 1.12. Клітини рослин потребують води, щоб підтримувати тургор

Попрактикуйтеся



Рис. 1.13. Зів'яла рослина

1. Поясніть, чому рослина в'яне, коли їй не вистачає води (рис. 1.13).
2. Перегляньте відео «Живлення рослин» в інтерактивному електронному додатку до підручника. Поясніть, звідки рослини беруть свою їжу.

Поглинання води

Рослина поглинає воду з розчиненими речовинами через спеціальні вирости на кінчиках коренів — **кореневі волоски**, які значно збільшують площу зони поглинання (рис. 1.14).

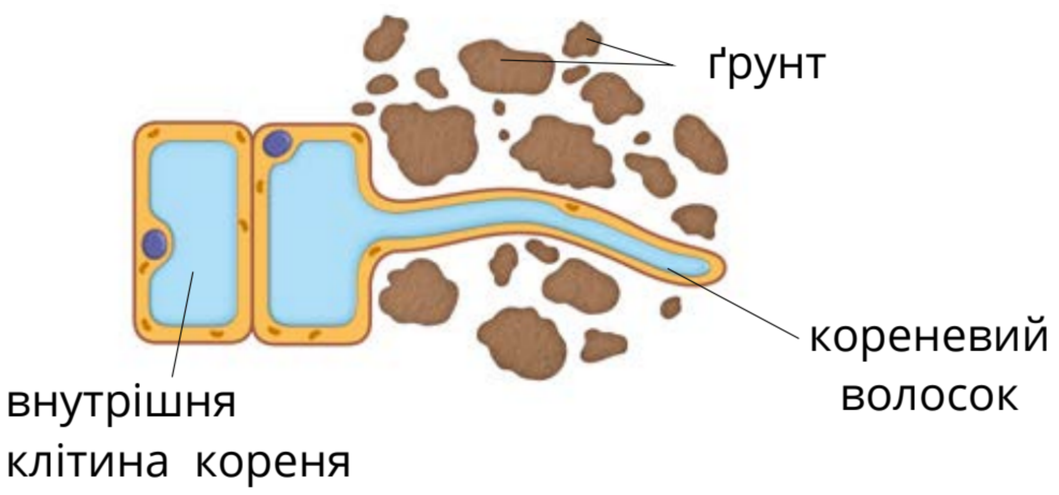


Рис. 1.14. Клітини кореня рослини

Транспортування води

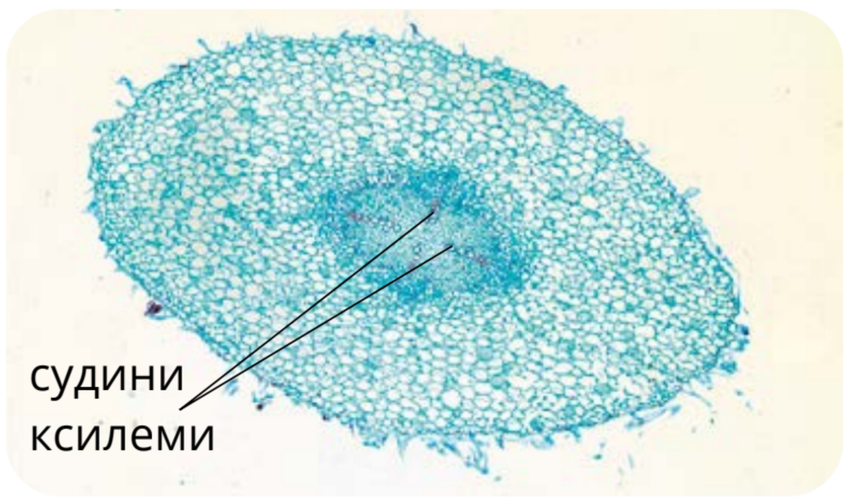


Рис. 1.15. Поперечний зріз кореня квасолі. Збільшення ×40

Після поглинання кореневими волосками вода та розчинені в ній речовини рухаються через кілька шарів клітин кореня до судин ксилеми. **Ксилема** утворена довгими ланцюжками клітин, які після відмирання перетворюються на порожнисті трубки — судини. Ці судини мають товсті дерев'янисті стінки, що запобігає їхньому руйнуванню під тиском води.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Цими судинами рослина безперервно транспортує воду й розчинені в ній речовини до своїх надземних органів (рис. 1.15–1.16).

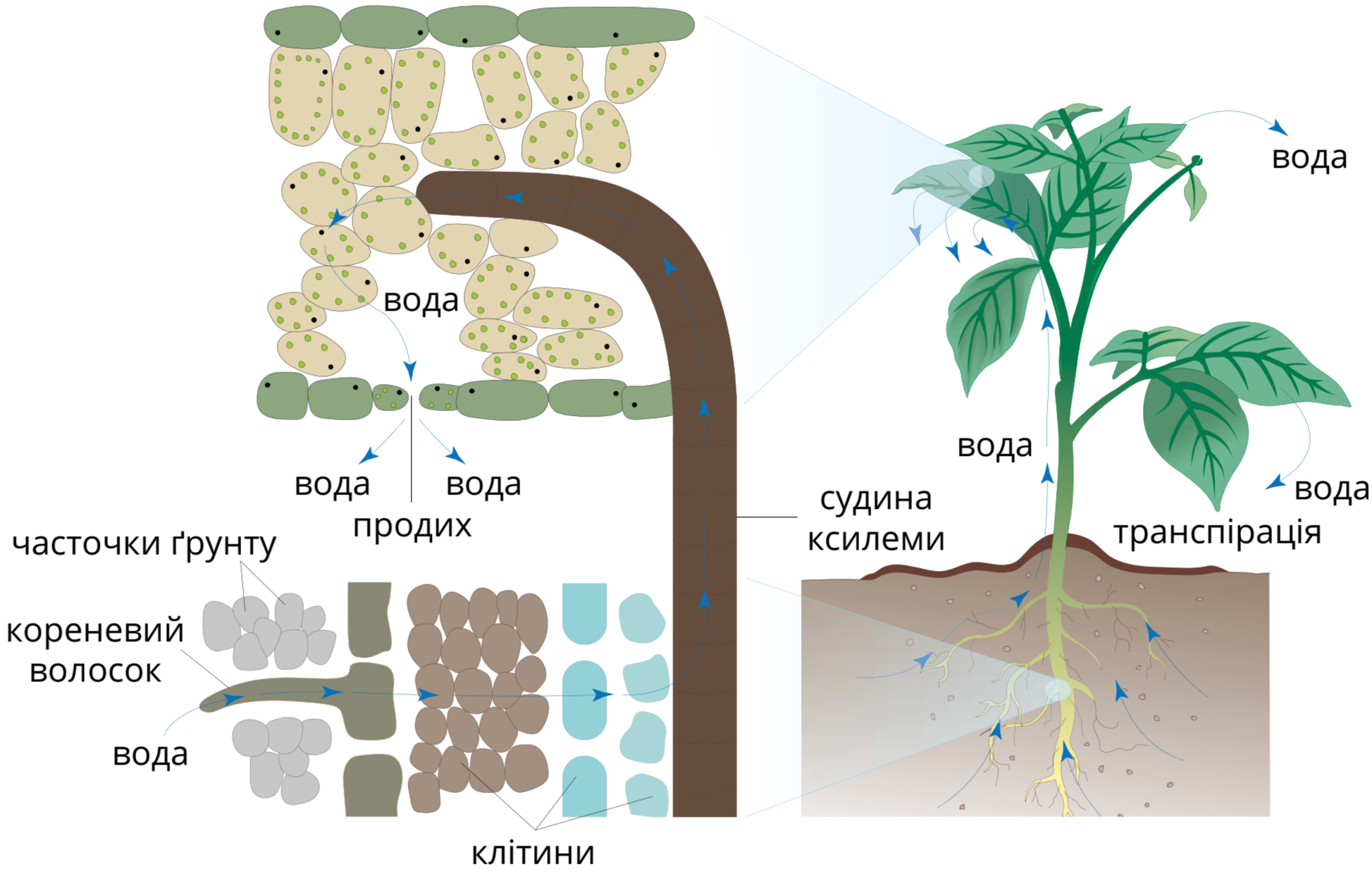


Рис. 1.16. Транспорт води від коренів до надземних органів рослини

Попрактикуйтеся

3 Перегляньте відео «Ксилема та флоема — транспорт у рослинах» в інтерактивному електронному додатку до підручника та опишіть провідні системи рослин.

4 Розгляньте рис. 1.17 та поясніть, як будова клітин ксилеми сприяє транспорту води.

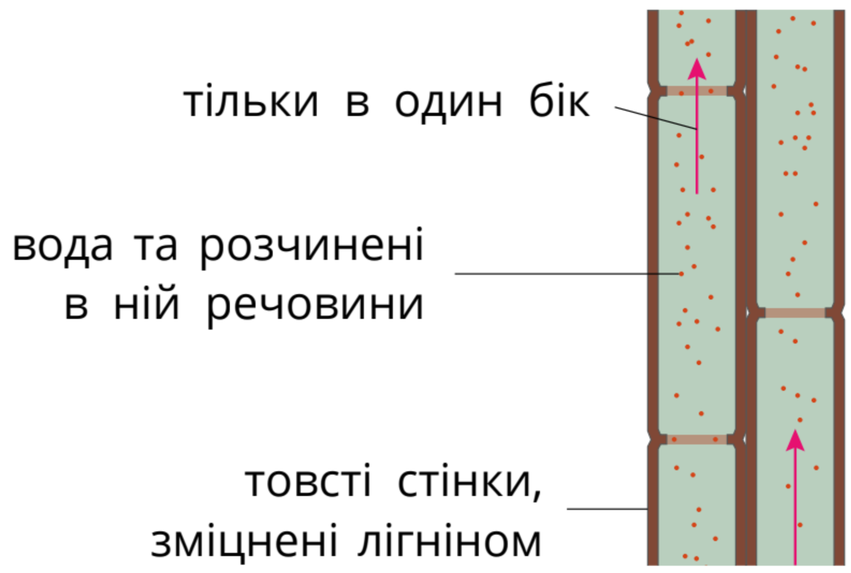


Рис. 1.17. Клітини ксилеми відмирають і утворюють порожнисті трубки без горизонтальних перегородок

Транспірація

Транспірація — це випаровування води з надземних органів рослини (переважно з листків) через продихи й кутикулу. Цей процес створює в листках негативний тиск, який «тягне» воду судинами ксилеми з коренів до надземної частини, забезпечуючи постійний рух води та розчинених мінеральних солей у рослині (рис. 1.18).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 1.18. Надходження, транспорт та виведення речовин у рослині

Утрата вологи листками створює присисну дію, що зумовлює рух води судинами ксилеми — цей процес називають транспіраційним потоком. Швидкість транспірації залежить від зовнішніх умов: за вітряної, сухої та теплої погоди процес іде значно активніше, тоді як у тиху й вологу — уповільнюється.

Мінеральні солі служать будівельним матеріалом і каталізатором у життєвих процесах рослини. Атоми хімічних елементів входять до складу білків, ферментів, ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти) і енергоносіїв (аденозинтрифосфату — АТФ), забезпечуючи ріст і розмноження клітин.

Значення хімічних елементів для рослин

- **Магній** Mg — Синтез хлорофілу
- **Нітроген** N — Синтез білків
- **Калій** K — Поглинання і транспорт води
- **Фосфор** P — Синтез АТФ, ДНК

За допомогою розчинених у воді йонів рослина підтримує осмотичний тиск і рух поживних речовин між тканинами. Магній є центральною частиною молекули хлорофілу й необхідний для фотосинтезу, а Кальцій зміцнює клітинні стінки та регулює поділ клітин. Без достатньої кількості мінеральних солей порушується обмін речовин, знижується стійкість до стресів і сповільнюється розвиток рослини.

Мінеральні добрива

Коли в ґрунті не вистачає мінеральних солей для повноцінного росту рослин, варто вносити в нього добрива з необхідними хімічними елементами. Поживні елементи забезпечують інтенсивний ріст рослин та формування повноцінних квітів, плодів і насіння (рис. 1.19).



Рис. 1.19. Мінеральні добрива використовуються для забезпечення рослин хімічними елементами, необхідними для здорового росту та розвитку

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Щоб збагачувати ґрунт поживними речовинами, у нього вносять **органічні добрива** (гній, перегній) або **мінеральні добрива** (калійна селітра, суперфосфат), що, швидко розчиняючись, відразу постачають кореням необхідні хімічні елементи.

Попрактикуйтеся

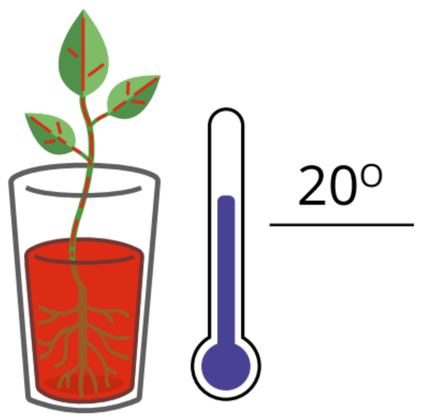
5 Поясніть, що таке мінеральні добрива і яке значення вони мають у живленні рослин.

6 Опишіть симптоми дефіциту Нітрогену, Фосфору та Калію, які можна спостерігати на рослинах.

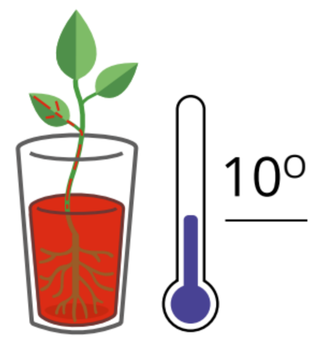
7* У шкільній теплиці учні та учениці вирощують розсаду огірків і вирішили підживити їх розчином мінеральних добрив. Поясніть, чому важливо дотримуватися дозування. Які наслідки може мати надлишок добрив?

Завдання 1.2. Дослідження транспорту води в стеблах

Сплануйте експеримент для перевірки гіпотези: за вищої температури пофарбована вода піднімається стеблом швидше через інтенсивнішу транспірацію.



1. Об'єднайтеся в пари та розподіліть обов'язки.
2. Сформулюйте гіпотезу про вплив температури на транспірацію.
3. Задайте змінні: незалежна — температура; залежні — час підйому та висота забарвлення стебла; визначте контрольні.
4. Оцініть ризики й пропишіть правила безпечної поведінки.
5. Спрогнозуйте очікувані результати.
6. Запишіть дані в таблицю для аналізу.
7. Проаналізуйте дані, зіставте з прогнозом і сформулюйте висновки.



Наука в дії. Виробництво мінеральних добрив

Українські науковці та науковиці зробили вагомий внесок у вивчення основ виробництва та застосування мінеральних добрив. Володимир Вернадський, перший президент Української академії наук, окреслив концепцію біогеохімічних циклів у ґрунтах (рис. 1.20).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Його ідеї допомогли зрозуміти, як рослини та мікроорганізми змінюють хімічний склад ґрунту. Наталія Грицаєнко — видатна наковиця, яка присвятила життя вивченню фотосинтезу. Її дослідження дозволили точно розрахувати, як мінеральні добрива впливають на швидкість поглинання CO_2.



Рис. 1.21. Підприємство хімічної промисловості



Рис. 1.20. В. Вернадський — перший президент Української академії наук

Місто Калуш на Прикарпатті із XVI століття стало одним із перших центрів хімічного виробництва нітратів у Європі: уже з 1549 року тут було налагоджено випуск селітри. Місцеві поклади калійних та магнієвих солей стимулювали бурхливий розвиток підприємств із випуску калійно-магнієвих добрив (рис. 1.21). На піку активності в цій галузі працювало до 15 000 працівників, а Калуш здобув репутацію «міста добрив».

Підсумки

- Вода необхідна рослинам для фотосинтезу й підтримки тургору клітин, транспорту речовин, процесу транспірації.
- Хімічні елементи мають важливе значення для рослин.
- Мінеральні солі, розчинені у воді, потрапляють у клітини кореневих волосків і надходять до ксилеми, звідки доставляються до надземних органів.
- Транспірація — це випаровування води з поверхні листків через продихи.

Ключові поняття

Мінеральне живлення, мінеральні солі, кореневі волоски, ксилема, транспірація, органічні добрива, мінеральні добрива.

Оцініть свої досягнення

- ✓ Я можу навести приклади впливу нестачі Нітрогену, Магнію, Калію на розвиток рослин.
- ✓ Я можу пояснити, що таке транспірація і як вона допомагає рухові води в рослині.
- ✓ Я можу обґрунтувати необхідність внесення добрив у ґрунт.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Випаровування води через продихи — це:

А тургор;
Б транспірація;
В транспорт;
Г поглинання.

2. Які дві речовини з наведеного нижче списку потрібні рослині для фотосинтезу?

А кисень;
Б вода;
В вуглекислий газ;
Г глюкоза.

3. У якому органі рослини, що зображена на рис. 1.22, відбувається основна частина фотосинтезу?

Виберіть одну літеру. **А** А; **Б** Б; **В** В.

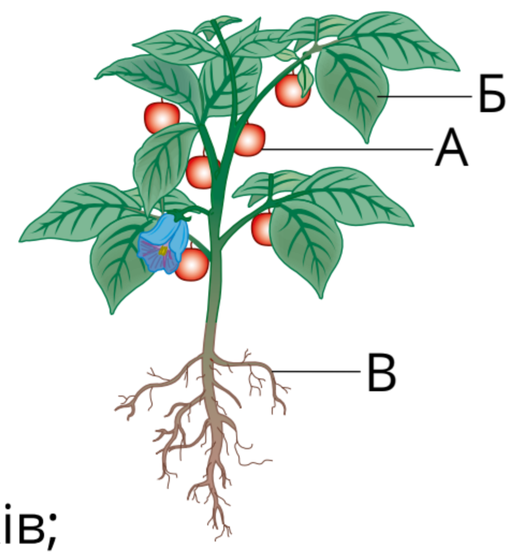


Рис. 1.22

4. Навіщо рослинам потрібен Нітроген?

А для синтезу вуглеводів;
Б для синтезу жирів;
В для синтезу білків;
Г для дихання.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

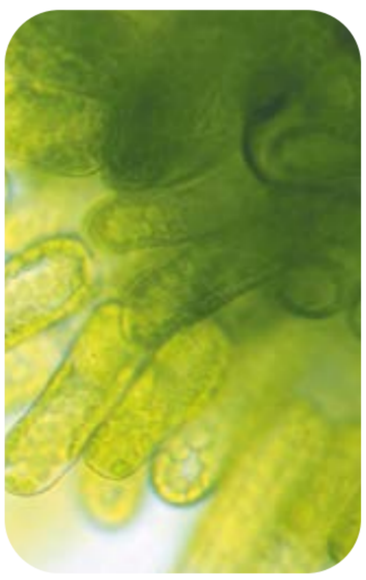

Рис. 1.23

5. Науковиця спостерігає за водорістю в пробірці з водою (рис. 1.23). Із її поверхні виділяються бульбашки газу.

а) Який газ виділяється у вигляді бульбашок?
б) Через яку частину тіла водорості газ виходить у довкілля?
в) Чому утворюються бульбашки?
г) Які речовини потрібні для цього процесу?

6. Дайте відповіді на запитання.

а) Де саме в рослинній клітині локалізований хлорофіл?
б) Які функції виконує хлорофіл?
в) Який хімічний елемент необхідний для синтезу хлорофілу?
г) Як би змінився зовнішній вигляд рослини за дефіциту цього хімічного елемента в ґрунті?
ґ) Опишіть рух газів (CO_2 та O_2) у листок і назовні протягом світлового періоду.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

7. На рис. 1.24 зображено мікрофотографію поперечного зрізу кореня квасолі; фотографія отримана за допомогою потужного мікроскопа.

а) Визначте структуру А та поясніть, які особливості забезпечують виконання її функцій.

б) Припустіть, як будова й властивості структури Б пов'язані з її функцією.

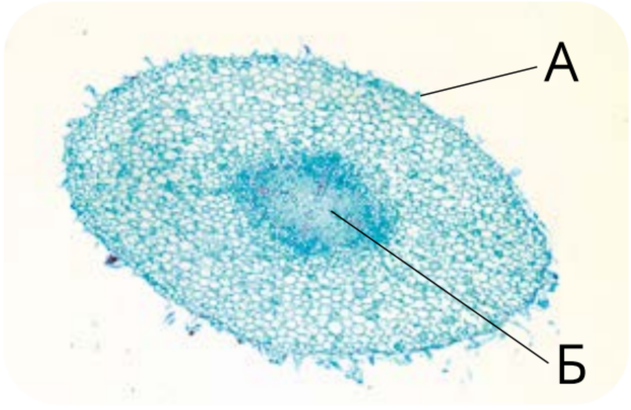


Рис. 1.24

8. Використовуючи слова з наведеного нижче переліку, опишіть шлях, який вода проходить від ґрунту до рослини.
Транспірація, **корінь**, **стебло**, **листок**, **кореневі волоски**, **ксилема**, **продихи**, **дифузія**.

III. Проводжу дослідження природи

9. Для дослідження учень занурив стебла селери з різною кількістю листків у воду з харчовим барвником, забезпечивши однакові умови для всіх пагонів. Через дві години він виміряв висоту підняття барвника в кожному стеблі та записав результати в таблицю.

Кількість листків на стеблі	Висота підняття барвника (см)
0	10,1
1	11,2
2	11,9
3	12,7

Проаналізуйте отримані результати та визначте:

а) приклад одного з можливих напрямів подальшого дослідження;

б) чому важливо використовувати однаковий зріз для всіх стебел;

в) як можна обчислити середню швидкість підйому барвника (см/год);

г) як зміна кількості листків може впливати на швидкість підйому барвника.

10. Учень дослідив будову листка, але забув заповнити протокол. Допоможіть йому із цим завданням, заповніть пропуски (рис. 1.25).

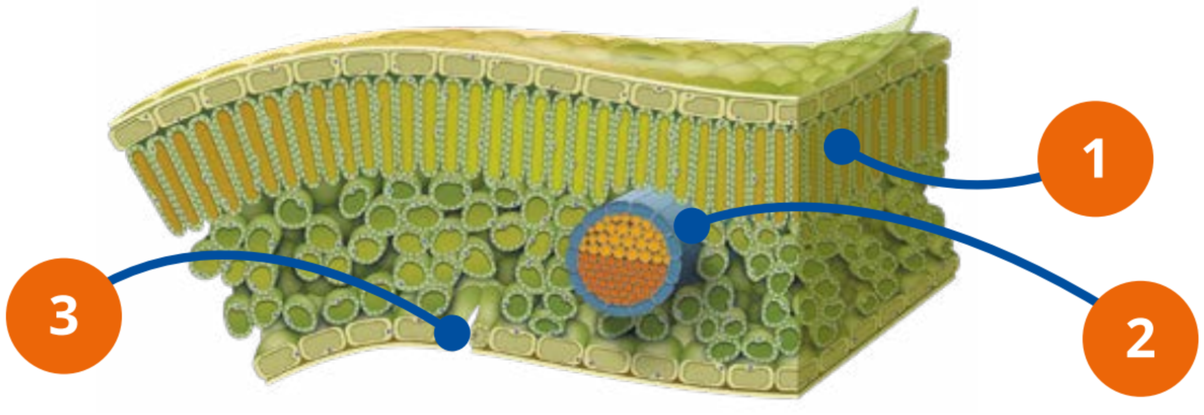


Рис. 1.25.

1: _____ **Функція:** _____

2: _____ **Функція:** _____

3: _____ **Функція:** _____

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 2.
Спадковість
і розмноження

2

Еволюція — це процес, що триває мільйони років, поступово змінюючи живі організми. Науковці та науковиці вважають, що види змінюються з часом, пристосовуючись до навколишнього середовища. Один із найяскравіших прикладів — еволюція коней, яка відображає поступові перетворення виду протягом 50 мільйонів років. Чарльз Дарвін розробив теорію, яка пояснює цей процес.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про біологічну мінливість та її вплив на біорізноманіття;
- що ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) визначає спадкові характеристики;
- яким чином природний добір сприяє утворенню нових видів і які інші фактори впливають на цей процес;
- як розвивається плід.

У цьому розділі ви навчитеся:

- аналізувати набори даних, визначати їхні діапазони та використовувати діаграми для візуалізації інформації;
- застосовувати наукове розуміння в суспільстві, промисловості та дослідженнях, оцінюючи його глобальний вплив на довкілля.

rnk.com.ua/111251

rnk.com.ua/111252

Мінливість виду

Будете навчатися:

- пояснювати, як спадкові відмінності між особинами спричиняють внутрішньовидову мінливість;
- проводити й фіксувати спостереження та вимірювання мінливості;
- аналізувати отримані дані.

Мінливість у межах виду

У природі не існує двох ідентичних організмів: кожна особина набуває унікальних характеристик у процесі розвитку. Біологічне різноманіття формується через складну взаємодію генетичних чинників та впливів довкілля.



Рис. 2.1. Мавпа-носач



Рис. 2.2. Орангутан

Мавпи-носачі (рис. 2.1) та орангутани (рис. 2.2), що мешкають на острові Борнео, мають певні анатомічні спільні риси, зокрема будову носа та вух. Однак указані структурні елементи суттєво відрізняються за формою й розмірами, адже ці тварини належать до різних видів. Такі міжвидові відмінності позначаються терміном **видові ознаки**. Відмінності всередині одного виду, або **внутрішньовидові ознаки**, проявляються менш виразно. Наприклад, у всіх людей схожа структура шкіри, але її колірні варіації можуть змінюватися залежно від генетичних та екологічних факторів.

Попрактикуйтеся

1 Розгляньте рис. 2.1 і 2.2 та проаналізуйте особливості будови представлених видів.

а) Порівняйте форму та розміри носа в носачів та орангутанів. Які морфологічні особливості відрізняють ці види?

б) Оберіть іншу характерну ознаку (наприклад, будову кінцівок, шерстяного покриву чи вираз обличчя) та опишіть її відмінності між цими приматами.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

2 Об'єднайтеся в пари. Оберіть відому особу. Кожен учасник пари порівнює себе з цією особою та визначає дві спільні риси. Обговоріть результати в парі. Представте результати у вигляді таблиці, зазначивши ключові аспекти відмінностей.

Форми мінливості

Мінливість — властивість організмів набувати нових ознак. Мінливість певної ознаки може бути зумовлена двома основними чинниками: спадковістю й умовами довкілля.

Форми мінливості

- **Спадкова** — визначається генами та передається від батьків до нащадків.
- **Неспадкова** — це зміни ознак організмів, що виникають під впливом факторів довкілля й не передаються нащадкам.



Ознаки можуть передаватися спадково через гени, або формуватися неспадково під впливом довкілля та проявлятися як дискретні (окремі стани) або безперервні (плавні) характеристики. **Спадкові** ознаки — це риси, успадковані від батьків; частина з них проявляється при народженні, а інші — упродовж життя.

Неспадкові ознаки виникають, коли фактори довкілля змінюють розвиток організму. У людей індивідуальні неспадкові ознаки — наприклад, шрами від травм, мови, якими володіють, та довжина волосся — формуються під дією зовнішніх факторів (рис. 2.3). Чи, наприклад, дерева на вітряному узбережжі часто набувають викривленої форми під дією сильних вітрів (рис. 2.4). У рослин висота стебла та забарвлення квітів можуть суттєво відрізнятися залежно від властивостей ґрунту, у якому вони ростуть (рис. 2.5).



Рис. 2.3. Ознаки людини формуються під впливом як спадкової, так і неспадкової мінливості

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3 Яка ознака в дерева на рис. 2.4 змінюється? Чому ця зміна не є спадковою, а залежить від умов довкілля?

4 Об'єднайтеся в пари, розгляньте рис. 2.5 та обговоріть такі запитання.

а) У якому типі ґрунту ростуть гортензії?

б) Які фактори вплинули на їхнє забарвлення?

5* У жителів гірських районів кров містить більше еритроцитів, ніж у жителів рівнин. До якого типу мінливості належить ця ознака? Яке фізіологічне значення вона має?



Рис. 2.4. Форма дерева, змінена вітром



Рис. 2.5. Гортензії формують рожеві квіти на лужних ґрунтах і блакитні — на кислих

Характер прояву ознаки

За характером прояву ознаки класифікують на дві групи.

Характер прояву ознаки

- **Дискретний (перервний) прояв** — це тип змін ознак, коли вони мають чітко визначені варіанти без проміжних значень.
- **Безперервний прояв** — ознака плавно змінюється в певному діапазоні.

Прикладом дискретної ознаки є кількість листкових пластинок на листках троянди. Вона може бути 3 чи 5, але ніколи не 3,7 чи 4,2 листкових пластинок. Такі значення завжди представлені цілими числами, без проміжних значень між ними. Група крові людини також є дискретною ознакою. У системі АВ0 існує чотири групи крові: А, В, АВ, 0, а Rh-фактор має два варіанти: + або –, без плавних переходів.



Рис. 2.6. Стовпчаста діаграма з проміжками для відображення перервної ознаки

Для наочного відображення перервної ознаки зазвичай використовують **стовпчасту діаграму**, де між стовпчиками залишаються проміжки (рис. 2.6). Це підкреслює чітке розмежування категорій, демонструючи, що кожне значення є окремим і не має плавного переходу до сусідніх.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 2.7. Стовпчаста діаграма без проміжків для відображення безперервної ознаки

Для наочного відображення безперервної ознаки використовують стовпчасту діаграму без проміжків між стовпчиками (рис. 2.7). Це підкреслює плавний перехід значень, оскільки показники змінюються поступово, без чіткого розмежування між сусідніми категоріями.

Попрактикуйтеся

6 Проаналізуйте стовпчасту діаграму на рис. 2.8.

а) Скільки бобів містять по шість горошин?

б) Яка найменша кількість горошин трапляється в одному бобі?



Рис. 2.8. Кількість горошин у бобах гороху

7 У наведеній нижче таблиці подано кількість нігтів на передніх кінцівках у різних видів слонів.

а) Поясніть, чому ці числові дані є прикладом перервної мінливості.

б) Візуалізуйте отримані дані у формі стовпчастої діаграми, вибравши відповідний спосіб відображення числових значень.

Види слонів	Кількість нігтів на передніх кінцівках
Африканський лісовий слон	5
Африканський саванний слон	4
Азійський слон	5

Алгоритм побудови діаграми

Дослідимо розподіл довжини бобів гороху та кількості горошин у них, представивши отримані дані у вигляді стовпчастої діаграми (рис. 2.6).

1. Спочатку вимірюємо довжину кожного боба та підрахуємо кількість горошин.
2. Формуємо та заповнюємо таблицю.



Рис. 2.9. Боби гороху

Довжина деяких бобів гороху (мм)																			
86	80	99	104	84	96	94	97	98	91	89	93	90	88	91	93	92	87	88	90

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

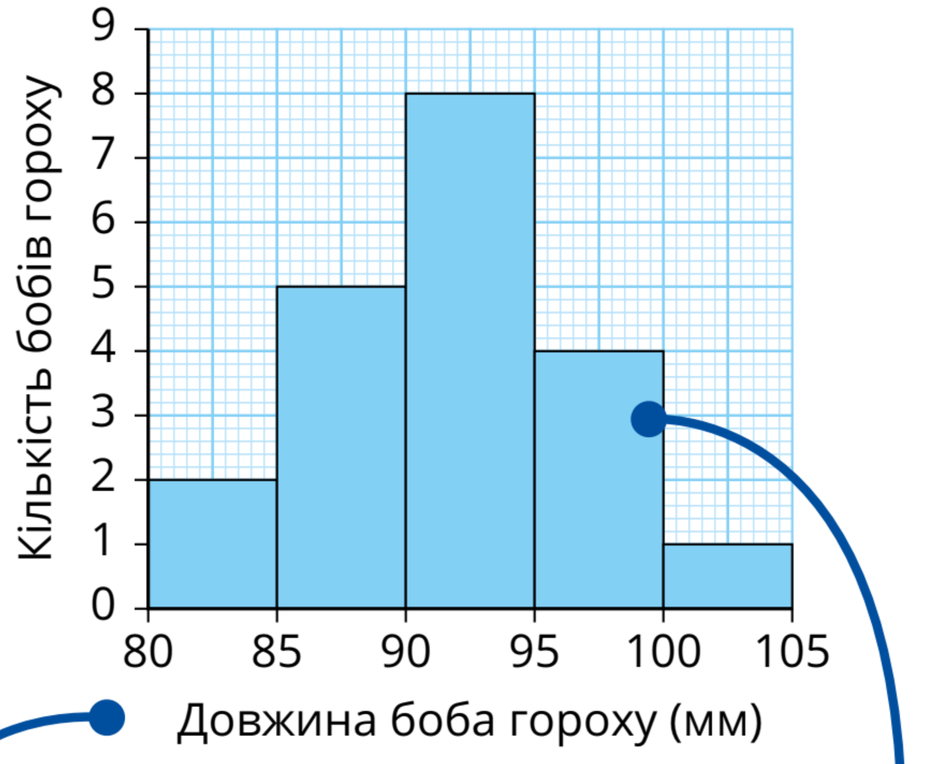
а) Згрупуємо отримані дані за рівними інтервалами.

Згруповані довжини бобів гороху (мм)	Підрахуйте	Всього
80–84	//	2
85–89	~~///~~	5
90–94	~~///~~ ///	8
95–99	////	4
100–104	/	1

б) Послідовно викреслюємо кожне значення та проставляємо позначку у відповідній колонці. Якщо вже є чотири риски, п'яту наносять навхрест через попередні, тобто символ ~~///~~ позначає «5».

в) Підсумовуємо всі позначки для кожного інтервалу та записуємо загальну суму.

3. На основі цих даних побудуємо діаграму, де по осі X розташовані інтервали довжини бобів, а висота стовпчиків відображатиме частоту появи певного значення. Оскільки обидві ознаки мають безперервний характер, проміжки між стовпцями залишати не потрібно (рис. 2.10).



Не забудьте написати назви для осей на гістограмі та вкажіть одиниці виміру.

Ця смужка показує, що є 4 боби гороху з довжиною між 95 і 99 мм.

Рис. 2.10. Стовпчасті діаграми зі згрупованими безперервними даними не мають проміжків між стовпчиками

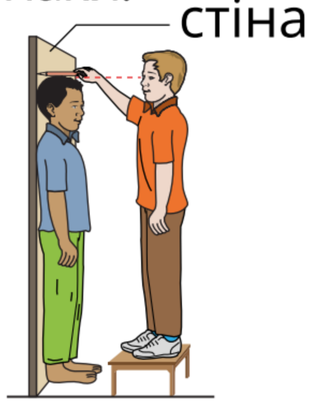
Завдання 2.1. Аналіз безперервної мінливості зросту

Гіпотеза. Зріст учнів у класі має безперервну мінливість, а найпоширеніший інтервал можна визначити за вимірюваннями та графіком. Об'єднайтеся в групи, сплануйте та проведіть дослідження, щоб перевірити цю гіпотезу.

1. Визначте, які прилади та обладнання вам знадобляться, підготуйте їх.
2. Проведіть вимірювання, зафіксуйте та згрупуйте отримані дані.
3. Побудуйте діаграму, щоб наочно побачити розподіл зросту.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

4. Обговоріть результати, зробіть висновки щодо варіативності цієї ознаки.



Правила вимірювання зросту

- Вимірювання проводять без взуття, стоячи рівно біля стіни.
- Позначку маківки роблять олівцем.
- Використовують рулетку для точності.
- Результати записують без округлення.

Наука в дії. Природні індикатори змін довкілля

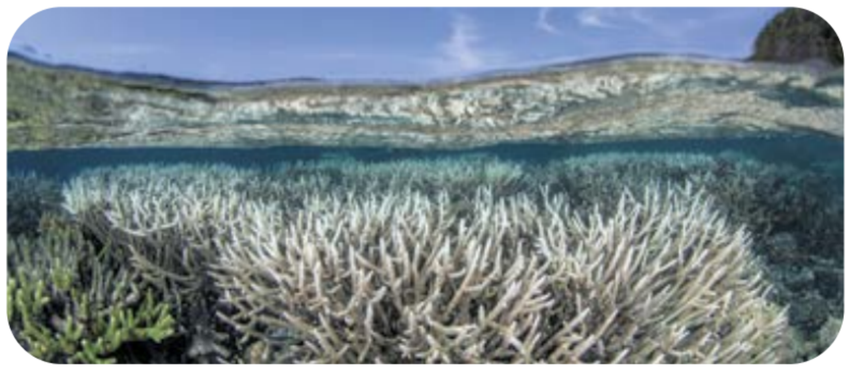


Рис. 2.11. Через підвищення температури цей корал утратив забарвлення й побілів

Науковці й науковиці використовують неспадкові ознаки організмів для оцінки стану довкілля. Одним із таких природних індикаторів є забарвлення коралів. Підвищення температури води через глобальне потепління спричиняє втрату пігменту й «відбілювання» рифів, що свідчить про небезпечні зміни в морських екосистемах.

Барбара МакКлінток — одна з найвидатніших генетикинь, відкрила транспозони — «стрибаючі гени», довівши, що окремі ділянки ДНК можуть переміщуватися в геномі. **Іван Шмальгаузен**, український теоретик еволюції, першим описав, як одна генетична програма може давати різні зовнішні прояви залежно від умов середовища.

Підсумки

- Мінливість — властивість організмів набувати нових ознак.
- Спадкова мінливість визначається генами й передається від батьків до нащадків.
- Неспадкова мінливість — зміни ознак організмів, що виникають під впливом факторів довкілля.
- Дискретний прояв ознаки — окремі стани ознаки. Безперервний прояв ознаки — ознака плавно змінюється в певному діапазоні.

Ключові поняття

Ознака, мінливість, види мінливості.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу визначати мінімальне та максимальне значення в наборі даних (діапазон).
- ☑ Я можу розбивати дані на групи (інтервали) однакового розміру.
- ☑ Я можу створювати й заповнювати таблиці частот ознак.
- ☑ Я можу обирати й будувати відповідний тип діаграми.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/111253

Основи спадковості й статевого розмноження

Будете навчатися:

- описувати будову генетичного матеріалу;
- пояснювати значення генів у формуванні спадкової мінливості;
- з'ясовувати, чому організми успадковують ознаки від обох батьків;
- усвідомлювати значення хромосом XX та XY у визначенні статі людини.

ДНК

ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) зберігає спадкову інформацію про організм і керує його розвитком і функціонуванням (рис. 2.12). ДНК складається з чотирьох типів азотистих основ: аденіну (А), тиміну (Т), гуаніну (Г) і цитозину (Ц).



Рис. 2.12. ДНК в хромосомі має форму подвійної спіралі



Послідовність нуклеотидів у ДНК формує генетичний код — своєрідну «інструкцію» для клітини, за якою синтезуються білки та РНК, необхідні для життя, росту й розвитку організму. Завдяки ДНК організми здатні передавати спадкові риси від покоління до покоління.

Хромосоми

Хромосома — це структура в клітинному ядрі, що складається з молекули ДНК, поєднаної з білками. Вона зберігає та передає генетичну інформацію під час поділу клітин. Кількість хромосом у клітинах різних видів, як правило, різна (рис. 2.13). У людини є 23 пари хромосом, що містять генетичну інформацію. Кожна пара складається з двох хромосом (рис. 2.14). Майже всі клітини організму людини містять 46 хромосом, що дає повний набір спадкової інформації для розвитку та функціонування організму.

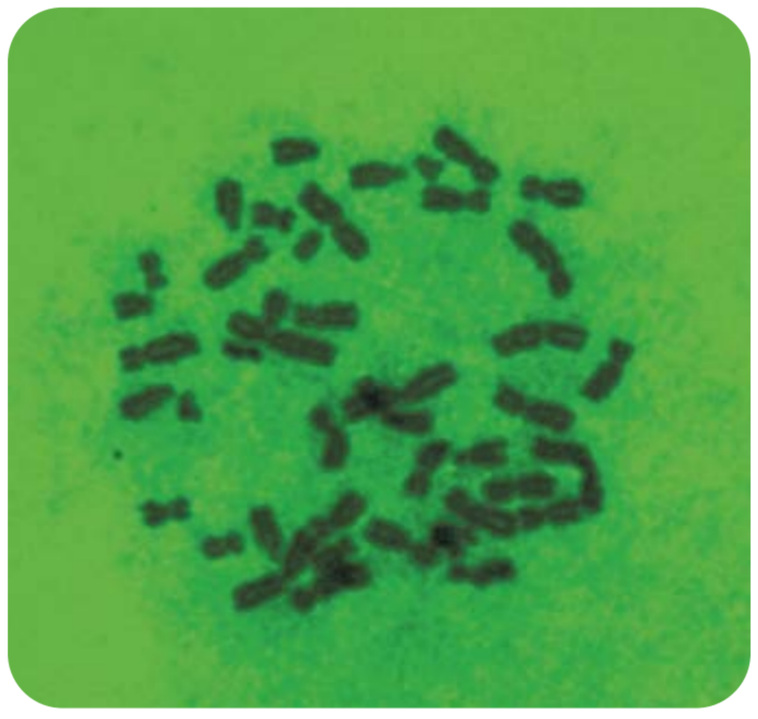


Рис. 2.13. Хромосоми

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

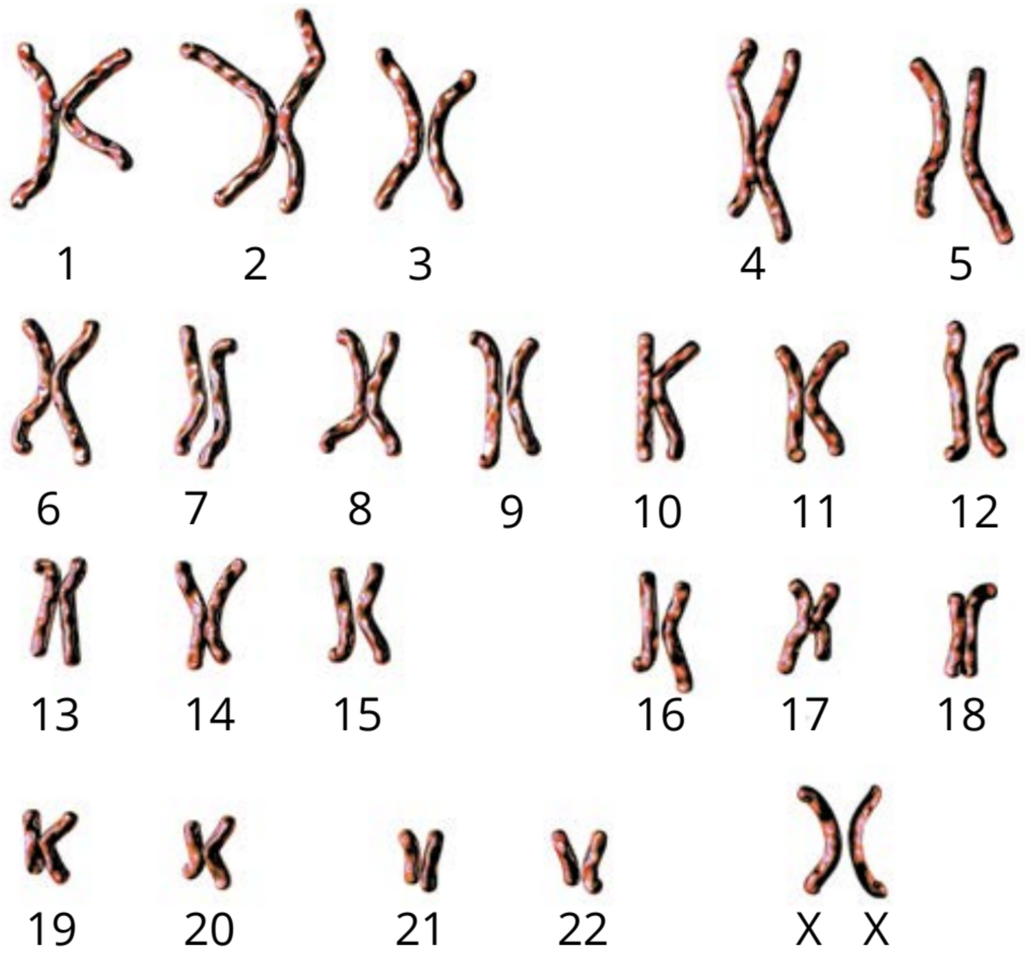


Рис. 2.14. Каріотип людини, що показує 23 пари хромосом — 22 пари нестатевих і 1 пару статевих (XX у жінок)

Гени, що містяться в хромосомах, визначають спадкові ознаки, як-от колір очей, зріст, група крові тощо. Людина успадковує половину генетичної інформації від матері та половину від батька (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Діти успадковують риси обох батьків

Попрактикуйтеся

1 Створіть малюнок або модель, яка пояснює, де саме розташована молекула ДНК в ядрі клітини.

Гени

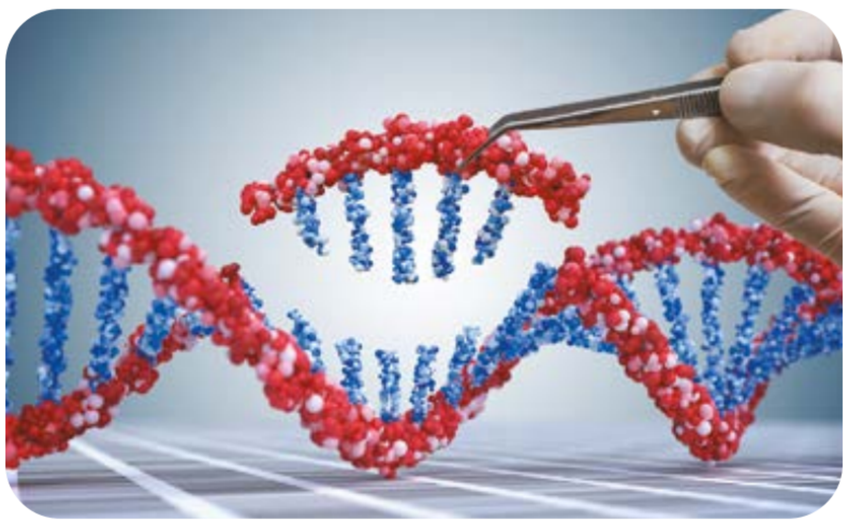


Рис. 2.16. Гени — ділянки молекули ДНК, що містять інформацію про певні ознаки

Гени — це ділянки ДНК, які зберігають спадкову інформацію (рис. 2.16). Вони відповідають за формування ознак організму — таких як колір очей, зріст та інших. У клітинах людини міститься приблизно 20 000 генів. Більшість із них мають кілька варіантів (алелей), що й зумовлює вражаючу різноманітність між людьми — від зовнішності до схильності до певних станів чи захворювань. Саме завдяки цьому кожна людина унікальна. Гени є основою спадкової мінливості й еволюційного процесу загалом.

Попрактикуйтеся

2 Наведіть три приклади ознак, що регулюються генами в людини.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3 Скільки хромосом ви знайшли б, якби взяли клітину зі своєї щоки та порахували їх?

Завдання 2.2. Дослідження «Геном людини»

Дослідіть проєкт «Геном людини» (1990–2003): ключові відкриття, вплив на науку й медицину, глобальні наслідки, застосування в біотехнологіях.

1. Об'єднайтеся в команди, оберіть 2–3 надійні джерела.

2. Опрацюйте матеріали й запишіть основні факти своїми словами.



3. Дайте відповіді:

а) головна мета проєкту;

б) у чому була міжнародна співпраця й її переваги;

в) ключові відкриття;

г) як відкриті дані вплинули на людство.

4. Підготуйте короткий усний виступ або презентацію й наведіть джерела.

Будова статевих клітин

Статеве розмноження — це процес, за якого двоє батьків (чоловічий і жіночий організми) передають свою генетичну інформацію нащадку через спеціалізовані статеві клітини — **гамети** (рис. 2.17), які містять половину набору хромосом (у людини це 23 хромосоми замість 46). Чоловічі гамети називаються **сперматозоїдами**, а жіночі — **яйцеклітинами** (рис. 2.18–2.19).

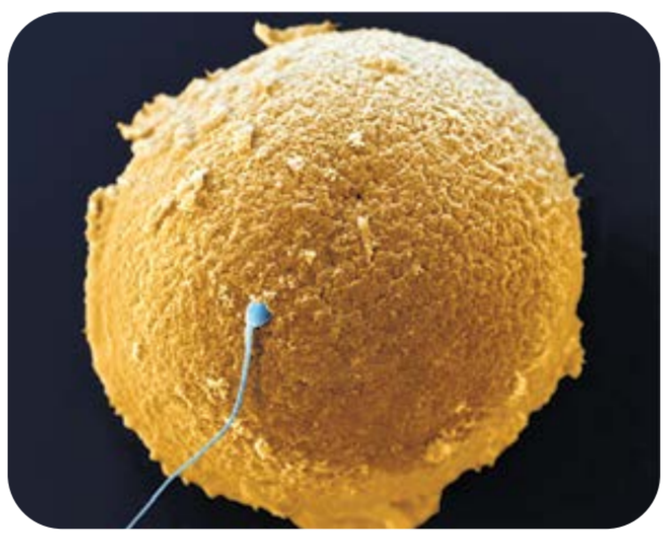


Рис. 2.17. Людський сперматозоїд, який проникає в яйцеклітину для її запліднення (мікроскопічне збільшення ×700)

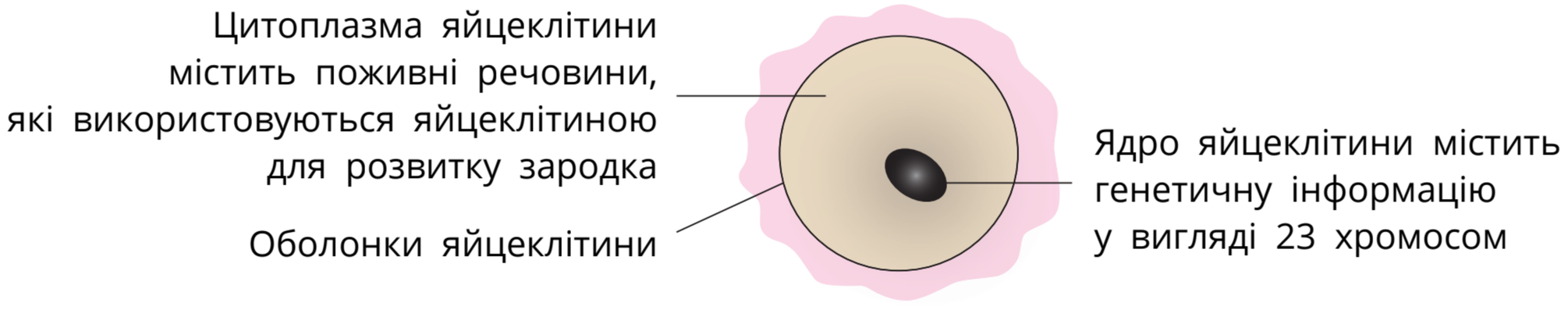


Рис. 2.18. Яйцеклітина людини зберігає генетичну інформацію матері, надає поживні речовини для початкових етапів розвитку та забезпечує умови для запліднення

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

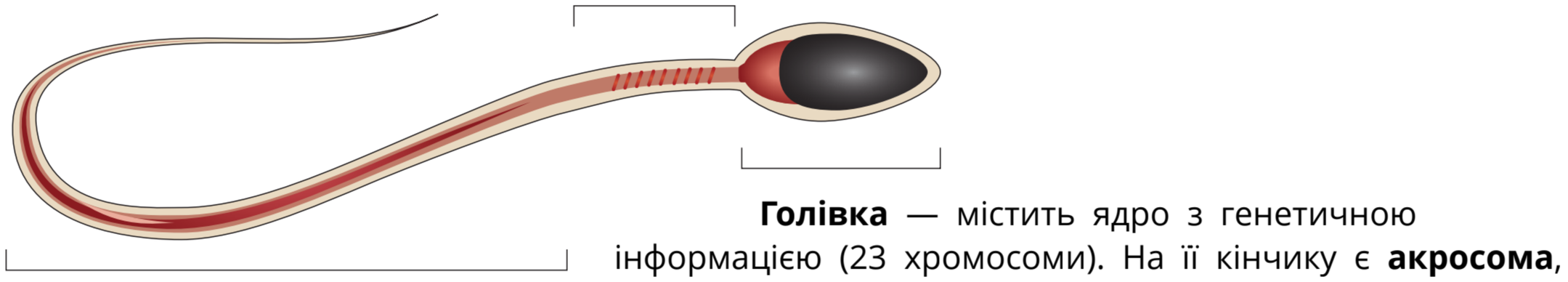
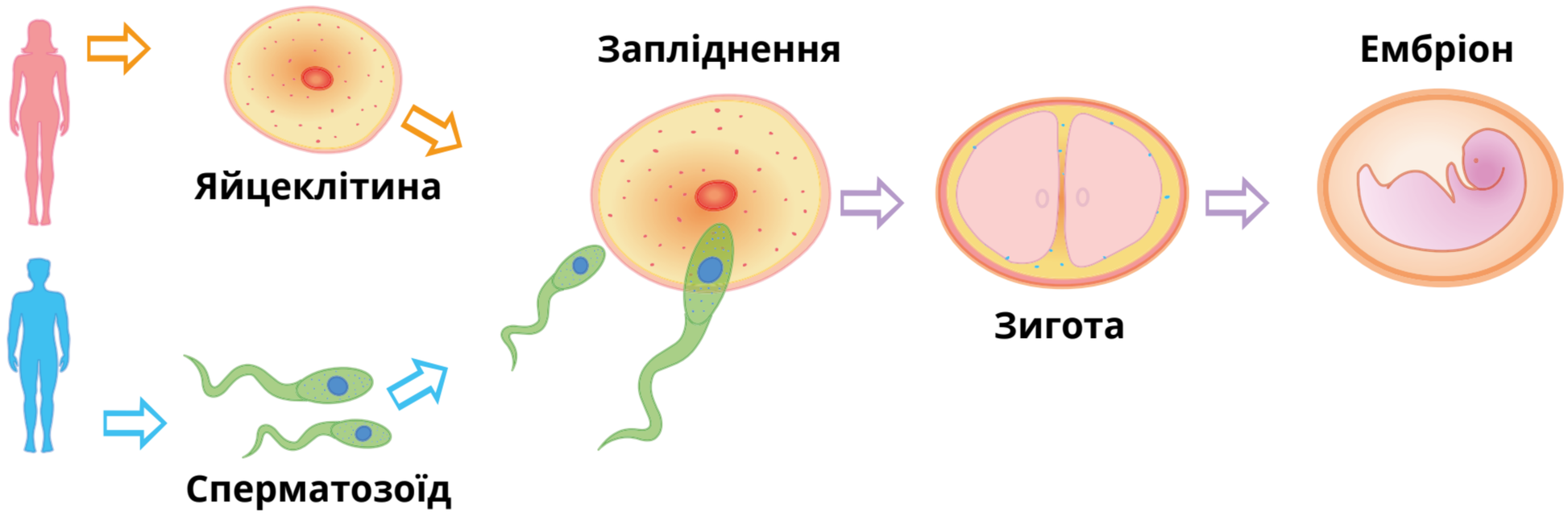


Рис. 2.19. Сперматозоїд людини. Сперматозоїд передає генетичну інформацію від батька, рухається до яйцеклітини та проникає в неї для запліднення

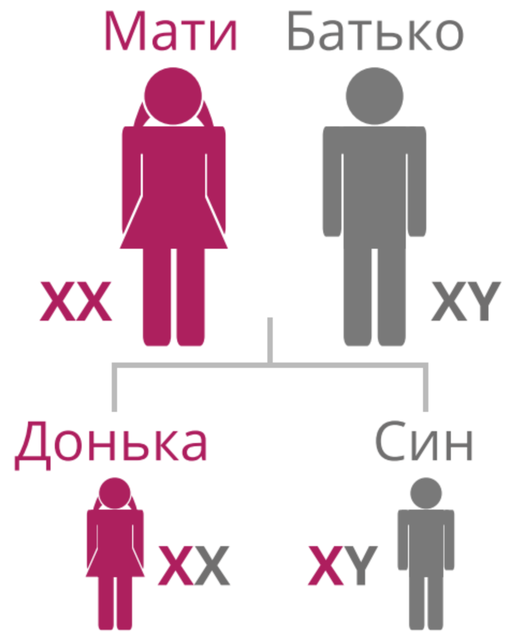
Запліднення в людини

Запліднення — це процес, під час якого ядро сперматозоїда зливається з ядром яйцеклітини, утворюючи першу клітину нового організму — **зиготу**. Ядра обох гамет містять половину хромосом, після злиття утворюється клітина з повним набором хромосом. Запліднена яйцеклітина дає початок багатоклітинному зародку, який переходить у стадію **ембріона** (формування органів), а згодом — у плід (ріст і дозрівання).



Визначення статі людини

Стать людини визначається комбінацією статевих хромосом 23 пари, які передаються від батьків. У людей є дві статеві хромосоми: X та Y. Яйцеклітина завжди має X-хромосому, а сперматозоїд може мати X або Y. Якщо запліднення відбувається сперматозоїдом з X-хромосомою — народжується дівчинка (XX), з Y — хлопчик (XY). Стать дитини залежить від хромосоми сперматозоїда.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Кожна гамета отримує випадкову комбінацію хромосом, тому діти одних батьків відрізняються між собою. Виняток — одноя́йцеві близнюки, що походять від однієї зиготи й мають однаковий набір хромосом.

Попрактикуйтеся

4* Лікар-генетик визначив, що гемофілія передається через Х-хромосому. Поясніть, чому хвороба частіше проявляється в чоловіків.

5 Розгляньте рис. 2.20. Визначте, хто виросте із заплідненої яйцеклітини — хлопчик чи дівчинка.

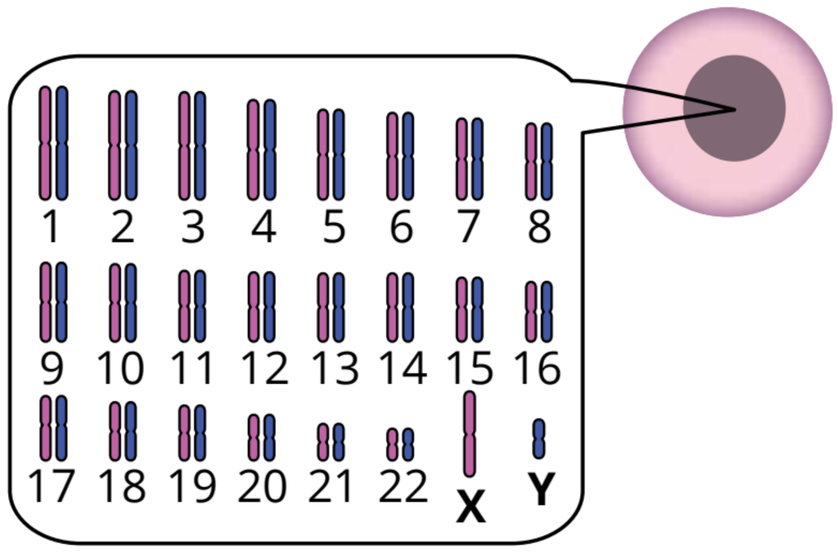


Рис. 2.20. Запліднена яйцеклітина

Наука в дії. Природні індикатори змін довкілля



Рис. 2.21. Джеймс Вотсон і Френсіс Крік з'ясували структуру ДНК

1953 року Джеймс Вотсон і Френсіс Крік (рис. 2.21) відкрили структуру подвійної спіралі ДНК, пояснивши, як зберігається й передається спадкова інформація. Їхні висновки ґрунтувалися на рентгеноструктурному аналізі, виконаному Розалінд Франклін і Морісом Вілкінсом.

Біохімік Ервін Чаргафф (уродженець Чернівців, який працював за межами України) відкрив закономірності у складі ДНК. Нетті Стівенс відкрила хромосомне визначення статі. Барбара МакКлінток виявила рухомі елементи ДНК — «стрибаючі гени», що змінили уявлення про спадковість.

Підсумки

- ДНК містить спадкову інформацію.
- Хромосоми в ядрі містять ДНК.
- Гени — це ділянки ДНК, що визначають спадкові ознаки.
- Зигота — запліднена яйцеклітина.
- Зародок — початкова фаза розвитку організму.
- Ембріон — фаза формування органів організму.

Ключові поняття

ДНК, хромосоми, гени, гамета, статеве розмноження, запліднення, зигота, зародок, ембріон.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я розумію структуру хромосом.
- ☑ Я пояснюю процес запліднення й визначення статі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- описувати розвиток плода на різних етапах формування;
- пояснювати, як плід отримує поживні речовини, кисень та захист через пуповину та плаценту;
- обговорювати, як фактори здоров'я та спосіб життя матері можуть впливати на розвиток плода;
- інтерпретувати наукові дані та робити висновки щодо впливу зовнішніх факторів на здоров'я матері та плода.

Ріст і розвиток плода

Ембріогенез людини — це процес розвитку від зиготи до народження дитини. Він триває 40 тижнів, протягом яких з однієї клітини формується організм, що складається з мільярдів спеціалізованих клітин. Ембріогенез під час вагітності умовно поділяється на три етапи: передзародковий (перший тиждень), зародковий (від 2 до 8 тижнів) та етап розвитку плода (з 9 до 40 тижня) (рис. 2.22).

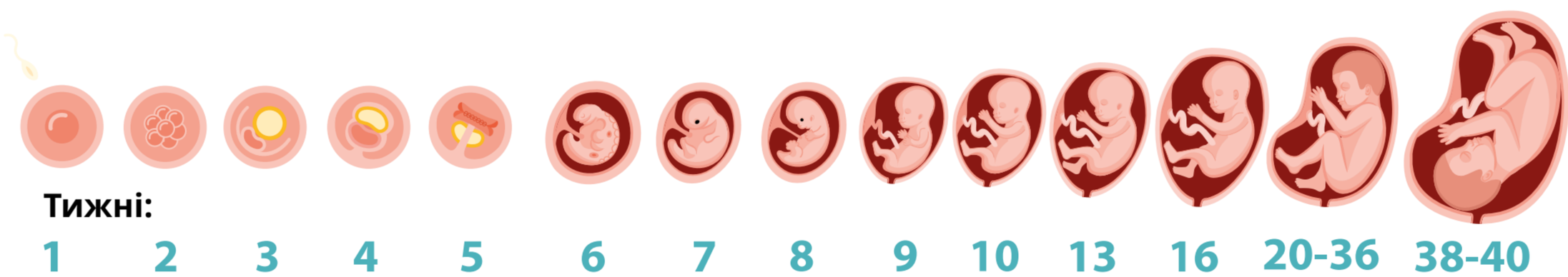


Рис. 2.22. Етапи ембріонального розвитку

Етапи розвитку плода

Перший триместр (1–12 тижні)

Відбувається формування основних органів та систем, а також починається розвиток плаценти. Плід швидко росте, досягаючи до кінця 10-го тижня розміру близько 4–6 мм.

Другий триместр (13–27 тижні)

Плід продовжує активно рости й розвиватися, збільшуються його розміри, формуються волосся, брови, вії. Плід починає активно рухатися, і мама може відчувати його рухи.

Третій триместр (28–40 тижні)

Відбувається основне збільшення ваги плода, розвиваються легені, імунна система. Плід готується до народження, накопичуючи жирову тканину.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 2.23. Плід з'єднаний з організмом матері через пуповину й плаценту

Плід отримує кисень і поживні речовини через пуповину, що з'єднує його з плацентою (рис. 2.23). Плацента постачає все необхідне для розвитку, частково захищає від шкідливих речовин і виводить продукти обміну через організм матері. Плацента захищає плід, створюючи бар'єр між серцево-судинними системами плода та матері, хоча деякі речовини, як, наприклад, алкоголь або наркотичні речовини, можуть пройти через плаценту.

Окрім цього, плацента здійснює виведення вуглекислого газу та продуктів обміну речовин з організму плоду через серцево-судинну систему матері до її легень та нирок.

Попрактикуйтеся

1* Об'єднайтеся в пари. Створіть інфографіку або лінію часу, що ілюструє основні етапи внутрішньоутробного розвитку. Додайте короткий опис змін, які відбуваються на кожному етапі (ембріональний і плодовий періоди, розвиток органів, змін у зовнішності плода).

Ультразвукове дослідження плода

УЗД плода (ультразвукове дослідження) — це безпечне медичне обстеження, яке за допомогою ультразвукових хвиль створює зображення плода (рис. 2.24). Воно дає змогу оцінити його розвиток, визначити термін вагітності, положення в матці, стан плаценти й пуповини, виявити можливі аномалії та за потреби визначити стать.



Рис. 2.24. Ультразвукове дослідження плода

Попрактикуйтеся

2 

Обговоріть, як ультразвукове дослідження плода сприяє кращому розумінню розвитку плода медиками та медикинями та поліпшенню догляду за вагітними жінками.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Харчування під час вагітності



Спосіб життя матері суттєво впливає на розвиток плода. Стрес, погане харчування та мала рухливість можуть спричинити ускладнення, тоді як регулярні огляди й збалансований раціон підтримують здоровий ріст і розвиток дитини. Раціон, багатий на вітаміни, мінерали та необхідні поживні речовини, важливий для нормального росту й розвитку плода.

Рекомендовані вітаміни та мінерали

- **Фолієва кислота** (вітамін B9) — необхідна для правильного розвитку спинного мозку плода. Її можна отримати з зелених овочів, бобових, горіхів.
- **Ферум** — необхідний для виробництва гемоглобіну, що допомагає зберегти нормальний рівень кисню в крові, оскільки під час вагітності потреба в ньому зростає. Джерела: червоне м'ясо, шпинат, бобові, злаки.
- **Кальцій** — важливий для формування кісток і зубів плода. Він наявний у молочних продуктах, зелені.
- **Вітамін D** — сприяє розвитку здорових кісток плода. Джерела: жирна риба, яйця, молочні продукти. Вітамін D також синтезується в шкірі людини під дією сонячного світла.





- **Йод** — важливий для розвитку мозку плода та щитоподібної залози. Його можна отримати з морепродуктів, йодованої солі.
- **Омега-3 жирні кислоти** — важливі для розвитку мозку й зору плода. Джерела: риб'ячий жир, насіння льону, волоські горіхи.

Попрактикуйтеся

3. Обґрунтуйте, які поживні речовини в раціоні є найважливішими для забезпечення організму енергією.
4. Назвіть поживні речовини, важливі для росту.
5. Поясніть, чому жінкам під час вагітності потрібно бути більш уважними до свого харчування.
6. Поміркуйте, чому лікар може рекомендувати вагітним жінкам додаткове надходження фолієвої кислоти та чому її не слід вживати без контролю лікаря.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Вплив тютюнопаління на розвиток плода

Тютюнопаління, алкоголь і наркотики під час вагітності шкодять здоров'ю матері та плода. Нікотин і чадний газ проходять через плаценту й негативно впливають на розвиток майбутньої дитини. Тютюнопаління зменшує надходження кисню до плода, що може спричинити затримку росту, низьку масу тіла, проблеми з диханням і розвитком мозку. Паління під час вагітності підвищує ризик тяжких ускладнень, зокрема мертвонародження, тому вагітним необхідно уникати тютюнового диму.

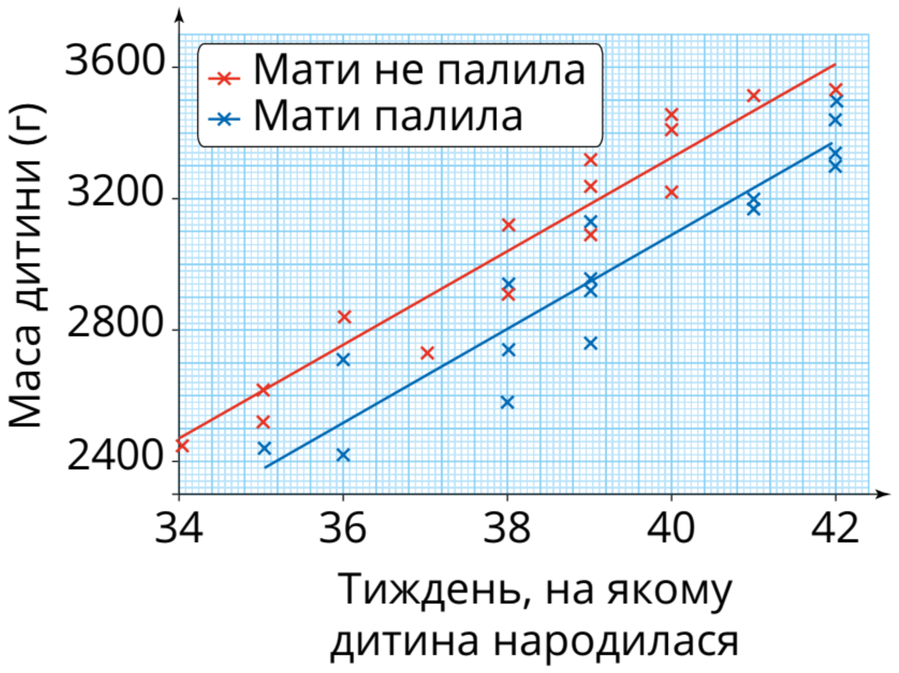


Рис. 2.25. Графік, що показує, як тютюнопаління під час вагітності впливає на масу дитини

Попрактикуйтеся

7. Наведіть приклади шкідливих речовин, що потрапляють в організм при тютюнопалінні.
8. Опишіть, чим жінка, що палить, може зашкодити своєму плоду.
9. Ознайомтеся з графіком на рис. 2.25.
   а) Зробіть висновок на основі даних графіка.
   б) Поясніть, чому на графіку доцільно проводити лінію найкращої відповідності — пряму або криву, що відображає загальну залежність між величинами за експериментальними даними.

Шкідливий вплив наркотичних речовин на плід



Рис. 2.26. Талідомід, який використовували для зменшення нудоти у вагітних, спричинив у 1950-х роках численні вроджені дефекти, зокрема вади розвитку кінцівок, вади вух, очей та внутрішніх органів новонароджених

Наркотики, алкоголь і деякі ліки під час вагітності проходять через плаценту та можуть порушувати розвиток плода: спричиняти вади органів, низьку масу тіла, передчасні пологи й навіть залежність у дитини. Також шкідливий вплив можуть мати деякі ліки. Наприклад, сталися масові випадки вроджених вад розвитку в дітей, спричинених вживанням талідоміду жінками під час вагітності.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Після цього його використання для вагітних жінок було заборонене регуляторними органами охорони здоров'я в багатьох країнах (рис. 2.26), а науковці та науковиці зробили висновок: **будь-який лікарський засіб під час вагітності слід використовувати вкрай обережно та лише за суворими показаннями**.

Попрактикуйтеся

10 Як ви оцінюєте вимогу вказувати в інструкціях до ліків інформацію щодо застосування під час вагітності?

Завдання 2.3. Здоров'я плода: фактори способу життя

Створіть буклет, лепбук або плакат із порадами для вагітних щодо харчування, фізичної активності та уникнення шкідливих звичок.



1. Знайдіть інформацію про:
   - здорове харчування вагітної жінки;
   - продукти, корисні для розвитку плода;
   - небезпечні наслідки вживання алкоголю, тютюну чи наркотичних речовин під час вагітності.
2. Створіть свій інформаційний продукт (буклет, лепбук або плакат):
   - оформіть розділи або блоки з порадами;
   - додайте зображення, схеми, діаграми.
3. Презентуйте свою роботу однокласникам та однокласницям.

Вакцинація як засіб захисту від хвороб

Вакцинація під час вагітності є не тільки можливою, а й часто необхідною для захисту матері та плода від захворювань. Наприклад, грип може бути смертельно небезпечним для вагітних жінок, тому щеплення рекомендоване на будь-якому терміні вагітності.

У таких країнах, як США, Канада, а також у багатьох країнах Європи та Південної Америки, вакцинування вагітних проти грипу є стандартною практикою.



Рис. 2.27. Вакцина КПК захищає від трьох інфекційних захворювань: кору, паротиту (свинки) та краснухи

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Щеплення від краснухи роблять дівчаткам, адже ця хвороба під час вагітності може спричинити тяжкі вади розвитку плода — ураження серця, катаракту або глухоту (рис. 2.28). У деяких країнах вагітним роблять щеплення проти дифтерії та правця.



Наука в дії. Українська школа ембріології



Рис. 2.28. Ілля Мечников

Українська наукова школа ембріології поєднує понад сто років відкриттів — від фундаментальних досліджень до передових медичних технологій. Ілля Мечников (рис. 2.28), засновник порівняльної ембріології та відкривач фагоцитозу, поклав початок українським дослідженням раннього розвитку людини.

Надія Аркушина — представниця київської школи гістології та ембріології. Її праці поглибили розуміння порушень розвитку плода, стали основою для сучасної пренатальної діагностики. 1991 року в Харкові народилася перша дитина після екстракорпорального запліднення (ЕКЗ) в Україні.

Попрактикуйтеся

11* Дослідіть застосування генетичних технологій у сільському господарстві, медицині чи промисловості. Оцініть їх переваги й ризики для довкілля та суспільства, сформулюйте обґрунтовану власну думку.

Підсумки

- Ембріогенез людини — це процес розвитку від зиготи до народження дитини.
- Плід отримує поживні речовини та кисень через пуповину, яка з'єднує його з плацентою — тимчасовим органом, який утворюється під час вагітності.
- УЗД плода — це обстеження, під час якого ультразвук створює зображення внутрішніх органів і тканин плода.

Ключові поняття

Ембріогенез, зародок, ембріон, плід, плацента, пуповина, УЗД, вакцинація.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу описати основні етапи ембріогенезу людини.
- ☑ Я можу наводити приклади впливу способу життя матері на здоров'я плода.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Які статеві хромосоми містяться в сперматозоїді?

А або X, або Y;
Б лише X;
В лише Y;
Г XY.

2. Чому яйцеклітина містить у цитоплазмі запас поживних речовин?

А для захисту яйцеклітини;
Б зберігає генетичну інформацію;
В для живлення зародка;
Г це запас води.

3. Які молекули містять генетичний матеріал?

А амінокислоти;
Б білки;
В ДНК;
Г вуглеводи.

4. Розгляньте будову яйцеклітини на рис. 2.29. Якою літерою позначено її ядро?

А А; **Б** Б; **В** В; **Г** Г.

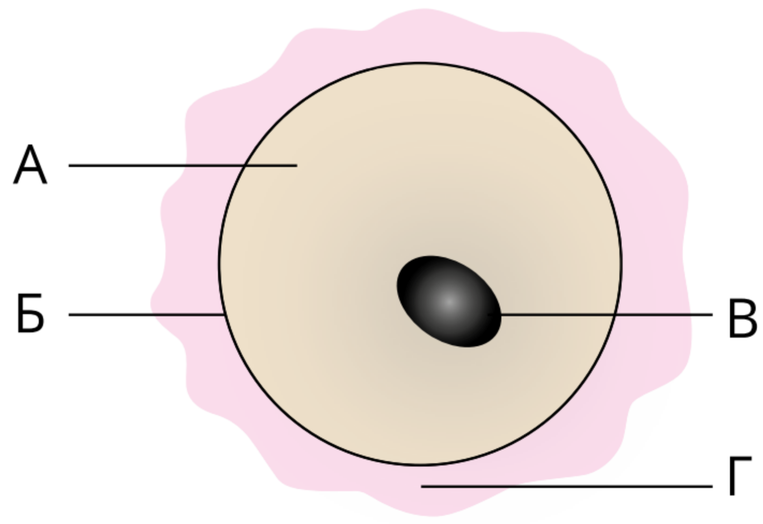


Рис. 2.29

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

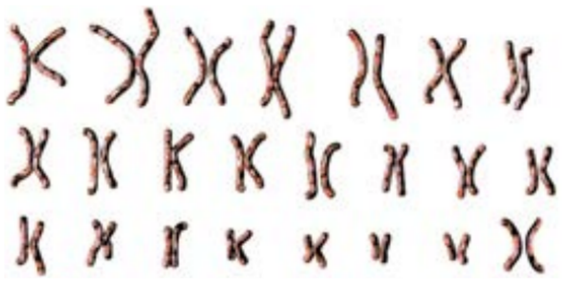


Рис. 2.30

5. На рис. 2.30 зображені хромосоми заплідненої яйцеклітини людини.

а) Визначте стать майбутнього плода.

б) Поясніть, чому запліднена яйцеклітина містить по дві хромосоми в кожній парі.

6. Розгляньте рис. 2.31 та дайте відповіді на запитання.

а) Назвіть одну шкідливу речовину, яка може перейти з крові матері в кров плода.

б) Опишіть можливу проблему, що її спричиняє ця речовина для плода.

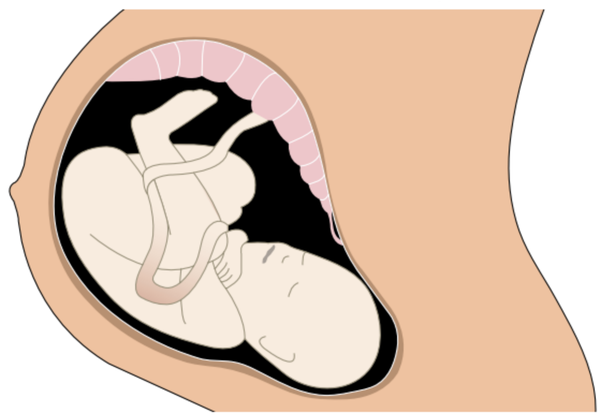


Рис. 2.31

III. Проводжу дослідження природи

7. Проаналізуйте таблицю з довжиною бобів гороху, заповніть відсутні дані та побудуйте діаграму.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Згруповані довжини бобів гороху (мм)	Підрахуйте	Всього
70–74	//	
75–79		5
80–84	~~///~~ /	
	////	
90–94	///	

8. На діаграмі (рис. 2.32) зображено результати метання диска серед чоловіків на Олімпіаді в Ріо. Проаналізуйте її, дайте відповіді на запитання.

а) Визначте характер ознаки — дискретний чи безперервний. Обґрунтуйте.

б) Скільки учасників показали результат 55–60 м?

в) Який результат був найпоширенішим?

г) Який максимальний результат і скільки учасників його досягли?

ґ) Яку тенденцію відображає діаграма? Опишіть динаміку результатів.

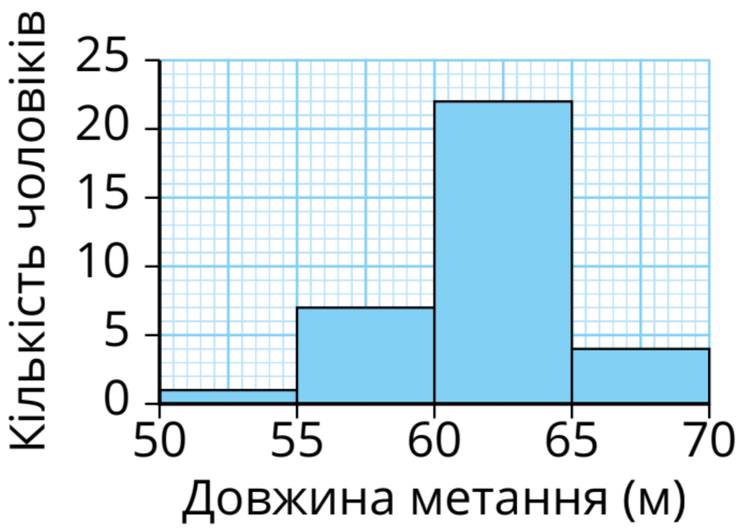


Рис. 2.32. Діаграма результатів метання диска

Група крові	Кількість людей
A	26
B	18
AB	4
O	52

9. Згідно з медичною класифікацією, людська кров поділяється на чотири основні групи: A, B, AB та 0. Дослідники та дослідниці зібрали дані про частоту кожної з груп серед 100 осіб.

а) Визначте, чи є ця ознака дискретною чи безперервною.

б) Побудуйте стовпчасту діаграму, що ілюструє розподіл груп крові у вибірці.

10. Учениця виміряла ширину 25 листків яблуні (рис. 2.33).

а) Які одиниці довжини могли бути використані?

б) Визначте діапазон значень.

в) Згрупуйте дані в таблицю з рівними інтервалами.

г) Побудуйте стовпчасту діаграму для частотного розподілу ширини листків.

6.8	7.0	5.5	5.6	7.7
6.7	7.2	5.9	5.5	5.8
6.2	5.9	6.1	6.2	7.6
6.0	6.7	6.9	5.8	7.1
5.7	6.8	6.4	6.3	7.0

Рис. 2.33. Результати вимірювань ширини листків яблуні

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 3.
Популяції та зникнення видів

3

Морські черепахи гніздяться на пляжах Середземного моря. Але їхня чисельність зменшується: прибережне будівництво руйнує місця гніздування, а рибальські сітки та забруднення моря спричиняють загибель особин. Ці черепахи — чутливий індикатор стану морського довкілля, і їхня доля відображає масштабні зміни в екосистемі. Щоб зберегти цей вид, важливо враховувати вплив людини на морські середовища.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- як змінюється чисельність популяцій і чому це відбувається;
- що призводить до зникнення видів;
- як діяльність людини впливає на біорізноманіття.

У цьому розділі ви навчитеся:

- пояснювати, що таке адаптація, наводити приклади з тваринного та рослинного світу;
- обґрунтовувати, яким чином поступове накопичення генетичних змін забезпечує матеріал для природного добору;
- аналізувати динаміку чисельності популяцій;
- пропонувати дії для збереження видів, що перебувають під загрозою зникнення.

rnk.com.ua/111786

rnk.com.ua/111787

Адаптації. Еволюція. Природний добір

Будете навчатися:

- пояснювати, як живі організми адаптуються до умов середовища;
- розкривати зміст поняття «еволюція»;
- розуміти, як генетичні відмінності між особинами стають джерелом різноманітності всередині виду.

Адаптація

Адаптація — це успадкована або набута ознака, яка допомагає організму краще пристосуватися до умов навколишнього середовища, вижити й залишити потомство. Розгляньте фото ведмедя білого — мешканця арктичних широт (рис. 3.1). Його виживання в умовах низьких температур забезпечується кількома ефективними адаптаціями.



Рис. 3.1. Ведмідь білий — мешканець Арктики

Адаптації Ведмедя білого

- **густе хутро** зменшує втрати тепла й виконує теплоізоляційну функцію
- **біле забарвлення хутра** забезпечує маскування на фоні снігу, що підвищує ефективність полювання
- **широкі лапи** пристосовані до плавання та рівномірного розподілу маси на снігу, що знижує ризик провалювання



Між особинами одного виду існують успадковані відмінності — зокрема в густоті й кольорі хутра або морфологічних особливостях кінцівок. Ці варіації зумовлені різними алелями генів, що передаються від батьків. Саме така генетична різноманітність забезпечує здатність виду адаптуватися до змін довкілля.

Попрактикуйтеся

1. Поміркуйте, які з ознак не були б корисними для ведмедя білого й чому: довгий хвіст; буре хутро; товстий шар підшкірного жиру.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

2 Розгляньте фото ведмедя білого (рис. 3.1) та дайте відповіді на питання.

а) Які фактори спричинили біле забарвлення хутра?

б) Чому для ведмедя білого життєво необхідно мати щільне, густе хутро?

в) Яке пояснення можна дати відносно малому розміру вух у ведмедя білого?



Адаптація до життя в пустелі

Пустельні ландшафти належать до найбільш екстремальних природних середовищ на планеті. Тут опади майже не випадають, денна температура часто перевищує +45 °С, а вночі повітря стрімко охолоджується. За таких умов густий рослинний покрив не формується, а джерела їжі й води стають справжнім викликом для виживання.





Рис. 3.2. Пустельні лисиці пристосовані до виживання в пустелі Сахара

Пустельна лисиця — фенек (рис. 3.2) добре пристосована до Сахари: світле хутро маскує й відбиває тепло, великі вуха відводять тепло, а волосяні лапи захищають від гарячого піску. Пустельні рослини також мають адаптації: змінені листки, менше продихів, товста кутикула й глибокі корені.

Кактуси (рис. 3.3) зберігають вологу завдяки колючкам замість листків, товстій восковій кутикулі, водонакопичувальній м'якоті та розгалуженим кореням, що швидко всмоктують воду після дощу. Компактність і повільний ріст також зменшують втрати вологи.



Рис. 3.3. Колючки кактусів допомагають зменшити втрату води, а також захищають рослину від поїдання тваринами

Попрактикуйтеся

3 Об'єднайтеся в пари. Розгляньте рис. 3.2 та 3.3. Поясніть, які адаптації цих організмів допомагають їм виживати в умовах пустелі. Порівняйте, які з цих адаптацій мають подібне призначення, хоч і реалізовані по-різному у тварини та рослини.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Адаптація до життя в полярних регіонах

Біля полюсів розташовані суворі області — Арктика й Антарктика з вітрами, холодом і льодовими просторами. Та природа навіть тут знаходить шляхи до життя. Прикладом тварини, що має адаптації до холоду, є біла сова (рис. 3.4), мешканка арктичної тундри. Сніжно-біле пір'я маскує її в снігу, а густе оперення зберігає тепло, захищаючи від морозу та вітру. Сова має міцні лапи й кігті, які допомагають їй ходити по снігу та хапати здобич на слизькій поверхні.



Рис. 3.4. Біла сова має адаптації, які допомагають їй успішно полювати й виживати в умовах Арктики

Адаптації птахів

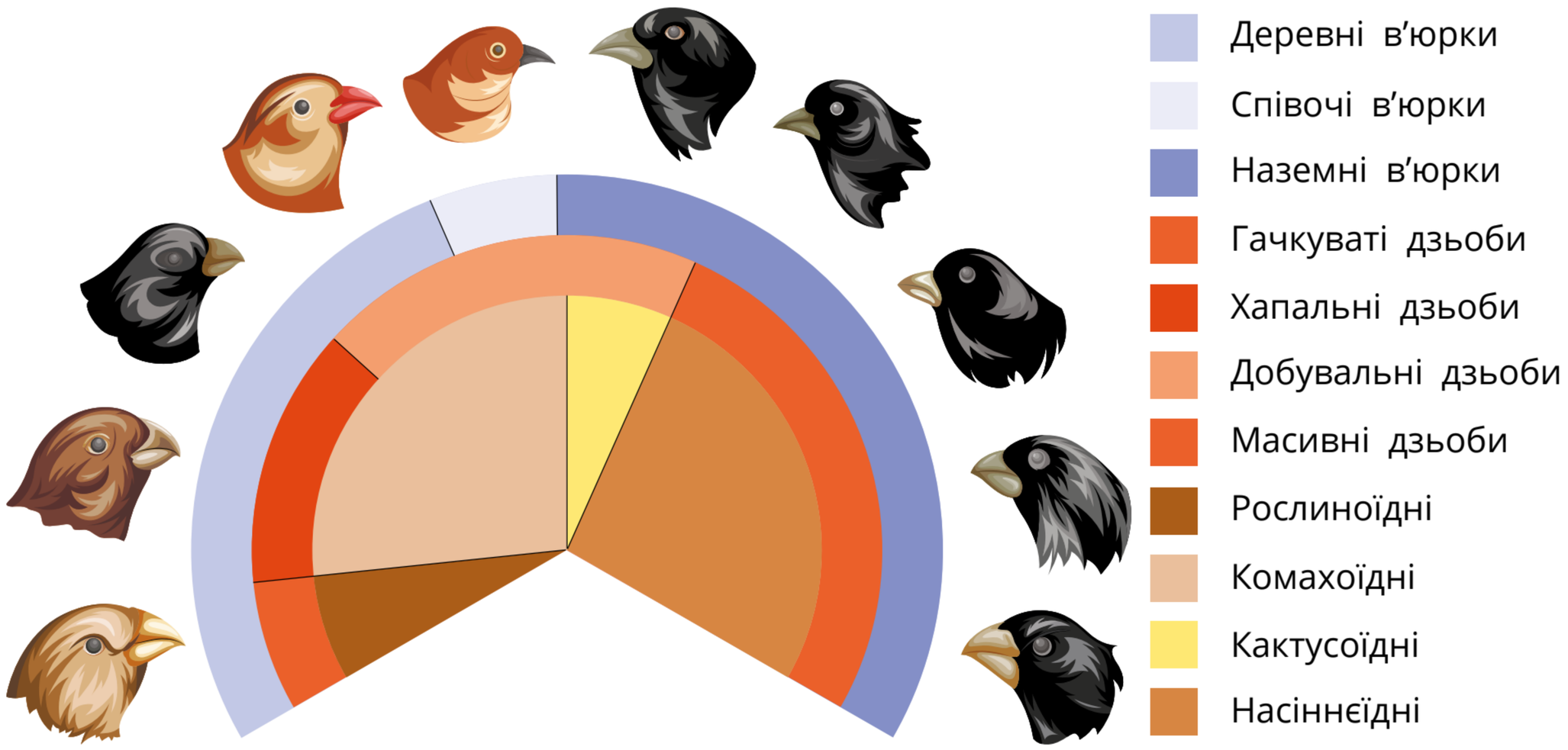


Рис. 3.5. Кожен вид в'юрків еволюційно пристосувався до того типу їжі, яким він живиться

Попрактикуйтеся

4 Ознайомтеся з рис. 3.5.

а) Який із галапагоських в'юрків найкраще пристосований до розроблювання насіння великих розмірів?

б) Який вид в'юрків спеціалізується на поїданні дрібних комах?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Природний добір



У галапагоських в’юрків форма дзьоба відповідає типу їжі: масивний дзьоб допомагає розламувати тверде насіння, а тонкий — добувати комах. Це адаптація до різних екологічних ніш, що дає змогу ефективно використовувати доступні ресурси. Якщо змінюється доступна їжа, краще виживають птахи з більш відповідною формою дзьоба й передають цю ознаку потомству. Із часом у популяції збільшується кількість носіїв корисної ознаки. Це приклад **природного добору**.

Еволюція та природний добір

Еволюція — це поступові зміни спадкових ознак у популяціях, що відбуваються впродовж тисяч і мільйонів років. Наприклад, мамонти вважаються нащадками гомфотеріума — давньої тварини, що жила понад 23 млн років тому (рис. 3.6–3.7).



Рис. 3.6. Гомфотеріум



Рис. 3.7. Мамонти мешкали в надзвичайно холодних екосистемах

Природний добір, описаний Чарльзом Дарвіном, забезпечує поширення корисних ознак у популяції: особини з такими ознаками частіше виживають і розмножуються. На прикладі галапагоських в’юрків (рис. 3.5) видно, що спільний предок дав початок різним видам, у яких форма дзьоба пристосована до наявної їжі, що підвищує шанси на виживання.

Попрактикуйтеся

5* На одному з Галапагоських островів в’юрки харчуються комахами з кори дерев. Якщо внаслідок тривалого потепління комахи ховаються глибше в кору, як це може вплинути на виживання й чисельність в’юрків із дещо довшими дзьобами?

6 Який приклад адаптації допомагав мамонтам виживати в умовах суворого холоду?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 3.1. Моделювання природного добору



Змоделюйте природний добір, використовуючи насіння різного розміру як «здобич» і інструменти-«дзьоби» (пінцети чи інші). Насіння, яке не вдалося зібрати під час «полювання», вважається таким, що вижило й «розмножилося» (його кількість подвоюють). Простежте, як змінюється популяція протягом кількох «поколінь».

1. Об'єднайтеся в групи. Обговоріть, які прилади та обладнання вам знадобляться, та підготуйте їх.
2. Розкладіть насінини трьох видів рівномірно на підносі.
3. За 30 секунд один учасник або учасниця збирає насінини обраним інструментом. Порахуйте впійману й залишену здобич, занесіть дані в таблицю.
4. Імітуйте розмноження: додайте насінини такого самого виду, які залишилися.
5. Повторіть цикл ще двічі. Потім проведіть дослід з іншим інструментом і порівняйте результати.
6. Проаналізуйте, які «ознаки» виявилися перевагою й чому. Зробіть висновки.



Природний добір і генетика



Дарвін припустив, що природний добір змінює **популяції** з часом, але не знав, що саме спричиняє спадкові варіації. Сьогодні відомо, що джерелом таких відмінностей є гени. Іноді в них виникають випадкові зміни — мутації. Якщо мутація виникла в гаметі, вона може передатися нащадкам. За умови, що така зміна підвищує шанси на виживання, вона частіше зберігається в популяції.

Прикладом дії природного добору є індустріальний меланізм у п'ядуна березового (рис. 3.8). У Британії до промислової революції переважали світлі особини. У містах, де сажа затемнила дерева, краще виживали темні метелики, бо вони ставали менш помітними. У чистих місцевостях перевагу зберегли світлі форми. Це показує, що довкілля змінює поширення спадкових ознак через природний добір.



Рис. 3.8. П'ядун березовий може мати світле та темне забарвлення

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

7* Дослідження показали, що в популяції метеликів за 20 років частка темних особин зросла з 15 до 70 %. Побудуйте графік зміни частки ознаки. Поясніть, які фактори могли вплинути на таку зміну.

8 Ураховуючи наявність хижаків — кажанів та малих птахів — і спираючись на дарвінівський принцип природного добору, обґрунтуйте, чому упродовж XIX ст. у міських районах Великої Британії різко зросла чисельність темнозабарвлених перцевих п'ядунів.



Наука в дії. Розвиток еволюційної теорії



Ідеї еволюції живих організмів отримали потужне наукове підґрунтя після виходу праці Чарльза Дарвіна «Походження видів» (1859 р.). Розмарі Грант — біологиня, яка провела одне з найвідоміших досліджень природного відбору. Упродовж 40 років вивчала галапагоських в'юрків і довела, що зміни форми дзьобів можуть відбуватися за кілька поколінь у відповідь на зміну умов довкілля, демонструючи природний відбір у реальному часі. Теодосій Добжанський зробив значний внесок у розвиток еволюційної генетики, досліджуючи спадкову мінливість і добір.

Підсумки

- Популяція — група особин одного виду, що мешкають на певній території, вільно схрещуються між собою та є відносно ізольованими.
- Еволюція — незворотні зміни будови й функцій організмів у процесі їх історичного розвитку.
- Природний добір зумовлений спадковими відмінностями всередині виду.
- Спадкові відмінності виникають через випадкові зміни у ДНК.

Ключові поняття

Адаптація, мутація, екосистема, еволюція, природний добір, популяція.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу розпізнавати ознаки адаптації організмів до життя в різних середовищах.
- ☑ Я можу пояснити механізм природного добору на прикладах.
- ☑ Я можу розповісти, як еволюція відбувається через поступове накопичення змін.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/111788

Зникнення видів. Глобальне забруднення

Будете навчатися:

- пояснювати механізми та причини, що дозволяють організмам адаптуватися до умов власної екосистеми;
- аналізувати вплив змін довкілля на чисельність популяцій та вимирання видів;
- тлумачити наукові дані та формулювати обґрунтовані висновки на їхній основі.

Ресурси для життя та розмноження



Для виживання й розмноження кожен організм потребує певного мінімального обсягу ресурсів. У таблиці нижче подано порівняння основних потреб рослин і тварин.

Ресурс	Чому потрібен рослинам	Чому потрібен тваринам
Сонячне світло	Джерело енергії для фотосинтезу	Регуляція добових / сезонних ритмів; тепло для терморегуляції
Вода	Транспортує розчинені мінеральні солі; підтримує тургор клітин	Транспорт поживних речовин і продуктів обміну; терморегуляція
Хімічні елементи (N, P, K, Fe тощо)	Є джерелом необхідних для синтезу органічних речовин (білків, ДНК, хлорофілу тощо)	Формування кісткової тканини (Ca, P), проведення нервових імпульсів (Na, K, Ca)
Газове середовище	CO_2 для фотосинтезу; O_2 для дихання	O_2 для дихання
Простір і субстрат	Живлення й закріплення коренів; просторове розміщення рослини	Територія, схованка, доступ до корму; уникнення перенаселення
Біотичні взаємодії	Взаємодії з комахами-запилювачами та іншими організмами	Їжа, партнери для розмноження

Фактори зміни чисельності

Кількість особин будь-якого виду залежить від сукупності біотичних і абіотичних чинників. Наприклад, африканські слони сильно залежать від наявності води. Під час тривалих посух їхня чисельність у певних регіонах різко скорочується: тваринам важче знаходити їжу, охолоджуватись і турбуватися про потомство.



Рис. 3.9. Популяція слонів

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Тривалі кліматичні зміни або втручання людини (осушення водно-болотних угідь, вирубка лісів) призводять до зміни середовища проживання, і частина популяції може мігрувати з регіону. Ці приклади свідчать: адаптації, корисні в стабільному середовищі, можуть утратити своє значення або навіть загрожувати виживанню виду, якщо умови зміняться.

Фактори, що впливають на чисельність популяцій

- **Біотичні** (взаємодія з іншими живими організмами)
  - **Наявність їжі**
  - **Хижацтво, паразитизм, конкуренція**
- **Абіотичні** (умови навколишнього середовища)
  - **Температура**
  - **Рівень забруднення**
  - **Інтенсивність освітлення**
  - **Доступність води**

Попрактикуйтеся

1. Сформулюйте своїми словами визначення поняття «адаптація».
2. Поміркуйте, як зміна клімату вплине на виживання видів.
   а) Певна область Арктики стала теплішою настільки, що дедалі частіше взимку йде дощ замість снігу. Поясніть, чому за таких умов білі сови можуть покинути цю місцевість.
   б) Поясніть, чому тривалий вологий клімат із частими дощами може призвести до зникнення пустельних лисиць у Сахарі.

Завдання 3.2. Аналіз локальних популяцій



Дослідіть, як змінюється чисельність місцевих видів рослин або тварин, використайте статистичні дані, побудуйте графіки та зробіть обґрунтовані висновки.

1. Об’єднайтесь у групи.
2. За допомогою відкритих джерел (статистичні бази, наукові звіти, ресурси природоохоронних установ) знайдіть інформацію про чисельність двох видів. **Одного**, чия популяція помітно зменшилася за останні десятиліття; **другого**, чия чисельність зросла або стабільно підтримується. Визначте дані щонайменше за три різні роки.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



3. Занесіть ці дані в таблицю: у першому стовпці — роки; у наступних — кількість особин кожного виду відповідно.
4. Побудуйте лінійну діаграму, яка відображає зміну чисельності обох видів у часі. Додайте заголовок і підпишіть осі. Напишіть 2–3 речення про причини зростання або скорочення чисельності кожного виду.
5. Обговоріть, чому для аналізу динаміки чисельності популяцій важливо користуватися перевіреними джерелами. Які обмеження можуть мати власні спостереження?

Взаємодія «хижак-жертва»

На чисельність популяцій впливають не лише абіотичні, а й біотичні чинники — інші живі організми.

Вплив біотичних чинників

- **Поширення хвороб**
- **Конкурування за ті самі ресурси**
- **Бути хижаками чи, навпаки, здобиччю**



Рис. 3.10. Трофічний ланцюг

Після дощів трава активно росте, покращуючи кормову базу для зайців. Завдяки цьому зростає їхня чисельність, що, у свою чергу, сприяє збільшенню популяції вовків — полювати стає легше (рис. 3.10). Однак за надлишку вовків кількість зайців різко зменшується. Через брак здобичі хижаки голодують або мігрують, і їхня чисельність теж падає. Трава встигає відновитися — і цикл повторюється.

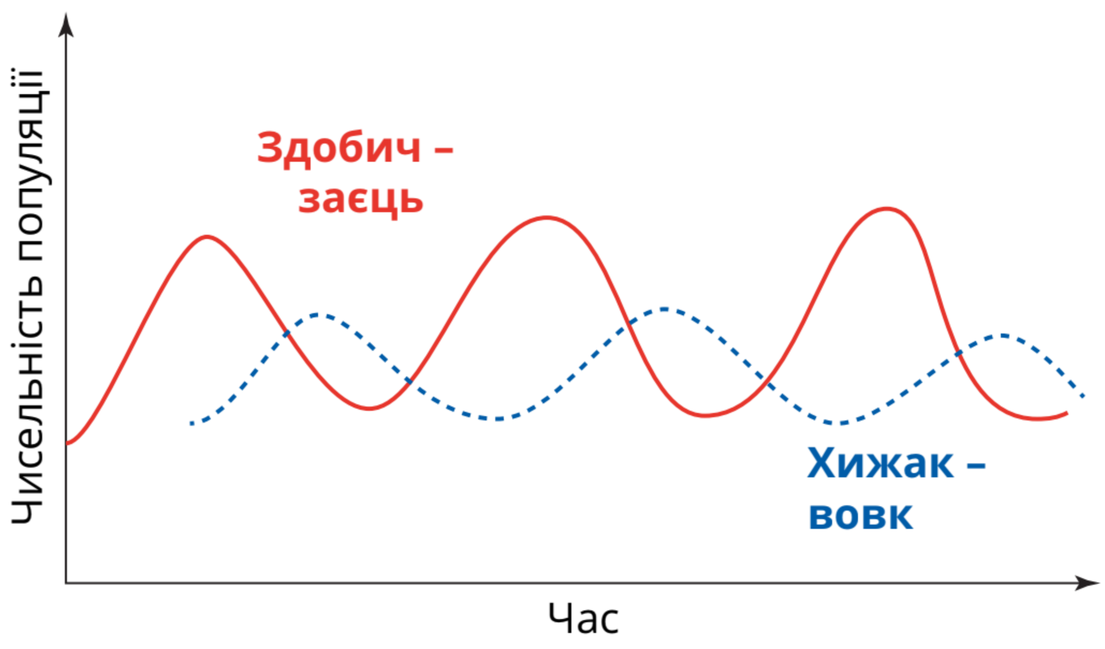


Рис. 3.11. Графік, який відображає динаміку чисельності популяцій хижака та його здобичі

На рис. 3.11 зображено типову хвилеподібну зміну чисельності хижака й здобичі: максимум популяції зайців трохи випереджає пік вовків.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Вимирання видів



Рис. 3.12. Вогняна саламандра перебуває на межі вимирання через інфекцію хітридним грибком

Будь-яка тривала зміна абіотичних або біотичних факторів може настільки порушити умови існування, що популяція не встигає пристосуватися й вид зникає.

Основні причини вимирання видів:

- Нові хвороби. Грибок хітрид за останні роки різко скоротив чисельність жаб і саламандр, спричинивши зникнення окремих видів (рис. 3.12).
- Конкуренція з інвазійними видами — видами, які були занесені на нові території поза межами свого природного ареалу, швидко поширюються та витісняють місцеві види. Після завезення сірих білок до Великої Британії популяція місцевої рудої білки різко зменшилася через суперництво за корм і сховки.
- Хижацтво інвазійних видів. Коричнева деревна змія, випадково завезена на о. Гуам у 1940-х роках, винищила щонайменше десять ендемічних видів птахів; рослини потерпають від завезених кіз і овець (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Завезені на Гаваї вівці, випасаючись, знищували ендемічні «сріблясті мечі» (silversword, Argyroxiphium), що вже й так були на межі вимирання



Рис. 3.14. Через високий попит на роги західноафриканський чорний носоріг повністю зник.

- Надмірне полювання та браконьєрство. Західноафриканський чорний носоріг зник через полювання на його роги (рис. 3.14).
- Катастрофічні події. Близько 250 млн років тому відбулося найбільше масове вимирання, ймовірно, спричинене падінням метеорита та різкою зміною клімату.
- Руйнування середовища існування. Рифовий щур з о. Бремблі Кей — один із перших ссавців, що зникли через підвищення рівня моря.
- Зміна клімату. Потепління близько 10 000 років тому скоротило льодовики Арктики; мамонти вимерли близько 4 000 років тому через брак корму та перегрів.



Через ризик утрати біорізноманіття дослідники та дослідниці шукають уцілілі популяції. Якщо виду не знаходять — його вважають вимерлим; якщо особин мало — під загрозою зникнення та розробляють програми збереження.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3 Розгляньте рис. 3.13 та проаналізуйте інформацію під рисунком.

а) Поясніть, чому ці рослини опинилися під загрозою зникнення.

б) Запропонуйте заходи, які можуть допомогти зберегти популяції «сріблястого меча» від вимирання.



4* Міжнародні організації запроваджують заборону на торгівлю товарами, виготовленими з рідкісних видів тварин. Чому це важливо для збереження біорізноманіття?

Наука в дії. Глобальне забруднення

Забруднення — це потрапляння в довкілля чужорідних речовин, шкідливих для живих істот. Їх називають **забруднювачами**. Серед основних: нафта, токсичні викиди та пластмаса, особливо одноразова.



Рис. 3.15. Пластик становить серйозну загрозу для багатьох морських мешканців

Щороку у світі виготовляють близько 400 млн тонн пластику, майже половину якого складають пакування та пляшки. Пластик небезпечний для тварин: вони заплутуються в сітках; ковтають уламки, сприймаючи їх як їжу; морські черепахи часто приймають пакети за медуз (рис. 3.15).

Науковці й науковиці лабораторії полімерів НУ «Львівська політехніка» отримали біорозкладні альтернативи пластику — біоплівки на основі 10 % картопляного крохмалю, які зберігають міцність, але компостуються за 90 днів. Їх можна використовувати для пакування харчових продуктів.

Підсумки

- Розмір популяції коливається під впливом абіотичних та біотичних чинників довкілля.
- Довготривалі зміни біотичних і абіотичних факторів можуть знищити вид цілком.
- Інвазійний вид — чужорідний вид, який завдає шкоди екосистемі.

Ключові поняття

Популяція, хижаки, здобич, вимирання, інвазійний вид.

Оцініть свої досягнення

- [x] Я можу пояснювати вплив довкілля на чисельність популяцій та наводити приклади причин вимирання видів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Еволюція — це:

А теорія Ч. Дарвіна;

Б зміна організмів із плином часу;

В припинення існування організму;

Г будь-яка зміна чогось.

2. Яка з адаптацій найменш корисна для пустельної тварини?

А великі вуха;

Б густе хутро;

В кігті, придатні для копання;

Г великі ноги.

3. Що таке популяція?

А кількість особин одного виду, що мешкають на певній території;

Б загальна кількість усіх організмів, що живуть в екосистемі;

В кількість тварин, що мешкають на певній території;

Г кількість людей, що живуть у світі.

4. Птахи дронти вимерли. Це означає, що...

А їхня популяція стала дуже малою;

Б не залишилося жодного живого представника виду;

В вони зникли з певного регіону;

Г дронтів не існує в дикій природі, але є в неволі.



II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



5. В Україні скорочується чисельність ковили волосистої — рідкісної степової рослини. Науковці та науковиці не виявили її на деяких територіях, що перебувають під охороною.

а) Яке наукове питання можна поставити з цього приводу?

б) Які можливі причини відсутності ковили на цих ділянках?

в) Чому збереження таких видів важливе?

6. Сапсан — один із найшвидших птахів, який гніздиться в Карпатах. Через знищення середовища існування чисельність цього виду зменшується.



а) Як це може вплинути на екосистему?

б) Що можуть зробити люди, щоб зменшити ризик вимирання виду?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



7. Розгляньте рисунок та, використовуючи знання про природний добір, поясніть кожну з можливих ситуацій.

а) Чому число червоних жаб може поступово зменшуватися, поки через 50 років цей варіант забарвлення не зникне зовсім?

б) За яких умов червоні жаби, навпаки, можуть стати численнішими за «коричневих» протягом того самого періоду?

III. Проводжу дослідження природи



8. У зайців-русаків улітку буре хутро, а взимку — густе біле. У них великі вуха. Уявіть, що в арктичній екосистемі починає теплішати, тому снігу випадає мало. Поясніть, як потепління та нестача снігу можуть спричинити еволюційні зміни в зайців-русаків.



9. Піщанки — невеликі ссавці, пристосовані до життя в піщаних пустелях. Їхнє світло-коричневе хутро допомагає маскуватися серед піску. Вони виділяють невелику кількість концентрованої сечі.

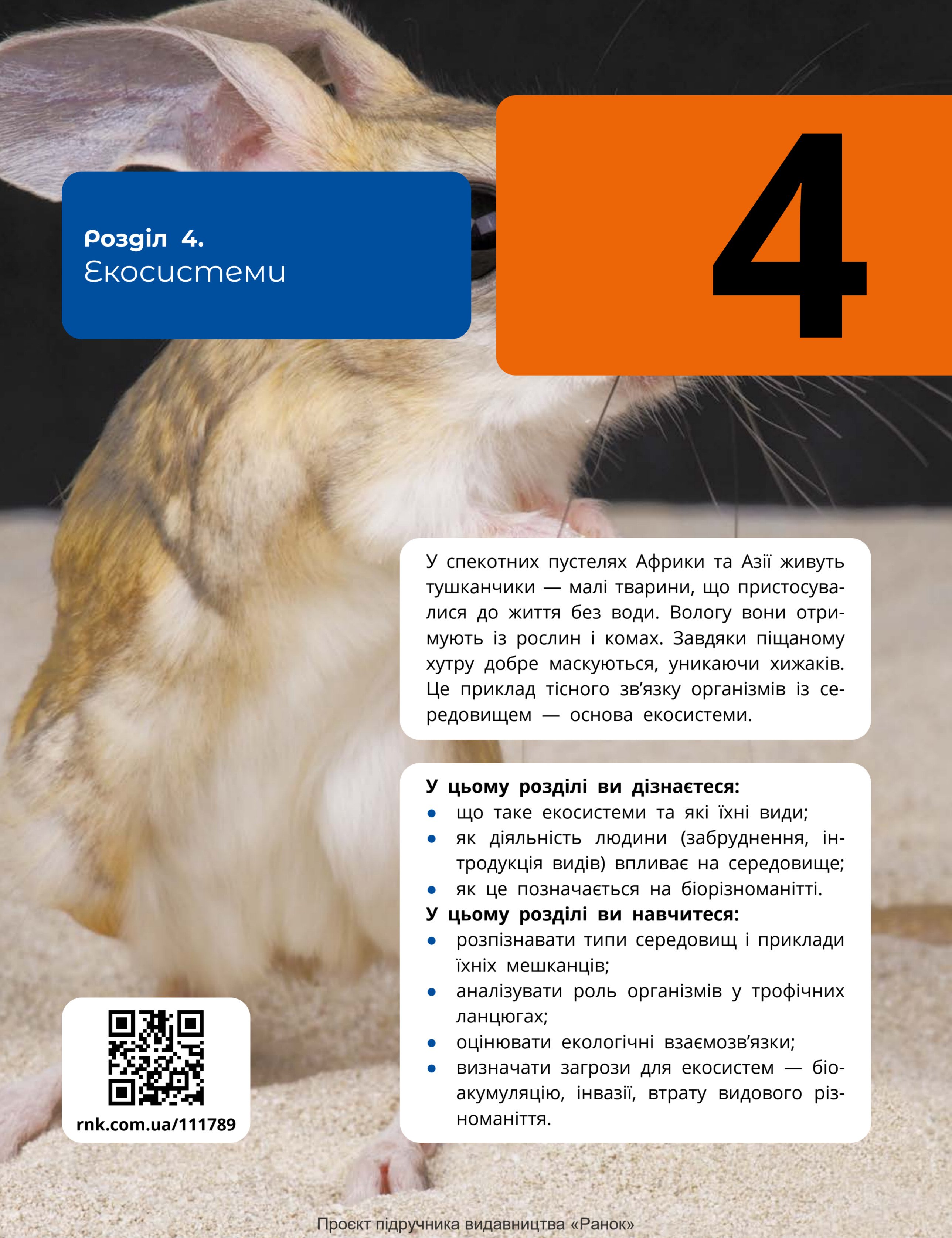
а) Поясніть, чому здатність виробляти концентровану сечу допомагає піщанкам виживати в їхній екосистемі.

б) Припустіть, як зміни в довкіллі — збільшення кількості опадів, поява темнішого ґрунту та рясної рослинності можуть вплинути на чисельність піщанок у цій місцевості.

в) Поясніть, як природний добір може зумовити переважання темнішого забарвлення хутра, якщо такі варіанти вже присутні завдяки спадковій мінливості.

10. «Гарячі точки біорізноманіття» — це території, де мешкає велика кількість різних видів. Запропонуйте пояснення, чому науковці та науковиці прагнуть захистити «гарячі точки» біорізноманіття більше, ніж деякі інші території.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Розділ 4.
Екосистеми

4

У спекотних пустелях Африки та Азії живуть тушканчики — малі тварини, що пристосувалися до життя без води. Вологу вони отримують із рослин і комах. Завдяки піщаному хутру добре маскуються, уникаючи хижаків. Це приклад тісного зв’язку організмів із середовищем — основа екосистеми.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що таке екосистеми та які їхні види;
- як діяльність людини (забруднення, інтродукція видів) впливає на середовище;
- як це позначається на біорізноманітті.

У цьому розділі ви навчитеся:

- розпізнавати типи середовищ і приклади їхніх мешканців;
- аналізувати роль організмів у трофічних ланцюгах;
- оцінювати екологічні взаємозв’язки;
- визначати загрози для екосистем — біоакумуляцію, інвазії, втрату видового різноманіття.

rnk.com.ua/111789

rnk.com.ua/111790

Середовища існування. Екосистеми. Трофічні ланцюги

Будете навчатися:

- розпізнавати середовища існування організмів;
- визначати розміщення організмів у трофічному ланцюзі;
- оцінювати небезпеку біоакумуляції шкідливих речовин.

Середовища існування

Середовище існування — сукупність умов, у яких живуть організми. Воно охоплює не лише місце перебування, а й абіотичні (температура, вологість, світло) та біотичні (вплив інших організмів) фактори, що визначають життя й розвиток живих істот.

Основні типи середовищ існування

Наземно-повітряне:



Ґрунтове:



Водне:



Гостальне (організмове):





Ареал — територія, на якій певний вид живе в природних умовах. Його розміри можуть бути різними: від великих — наприклад, пустельних дюн — до невеликих, як ставок чи кора дерева. Для життя організми використовують ресурси свого ареалу — воду, поживні речовини та укриття.

Попрактикуйтеся

1. Наведіть 1–3 приклади організмів, що мешкають у кожному середовищі існування.
2. Пригадайте, що таке популяція. Наведіть декілька прикладів.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Екосистеми

Екосистема — це сукупність живих організмів (біоценозу) і середовища їхнього існування (біотопу). Усі вони взаємодіють між собою та з абіотичними факторами — ґрунтом, водою, повітрям і кліматом.

Будова екосистеми

Біоценоз (живі організми)

Угруповання: рослини, тварини, гриби, мікроорганізми

Біотоп (неживий компонент)

Кліматичні умови, хімічний склад середовища

Види екосистем

- **Природні:** ліс, луг, море тощо.



Рис. 4.1. Кораловий риф

- **Штучні:** город, парк тощо.



Рис. 4.2. Кукурудзяне поле



Рис. 4.3. Український степ: екосистема відкритого трав'яного лугу



Рис. 4.4. Українські Карпати: екосистема з численними різноманітними місцями існування

Місце існування — це сукупність природних і створених людиною умов, де організм живе, розмножується та взаємодіє з іншими істотами й довкіллям. Загальні принципи місця існування організму добре ілюструються на прикладах степових екосистем. У степових екосистемах — українських степах, степах Азії, преріях Америки — трапляються різні оселища: високі трави слугують укриттям гризунам, відкриті ділянки — плазунам, а корені рослин — середовищем для ґрунтових мікроорганізмів.

Попрактикуйтеся

3 Опишіть два абіотичні фактори в екосистемі Карпат.

а) Поясніть, як ці фактори змінюються з набором висоти.

б) Поміркуйте, як змінюються екосистеми при підйомі вгору схилами Карпатських гір.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Визначте типи середовищ, зображені на рис. 4.3 і 4.4.

а) Поміркуйте й назвіть організми, що мешкають у середовищі, зображеному на рис. 4.3.

б) Опишіть середовище проживання бурих ведмедів (див. рис. 4.4).

в) Опишіть по два різні біотопи, характерні для екосистем, зображених на рис. 4.3 і 4.4.

Методи відбору зразків організмів



Щоб з'ясувати, які організми населяють екосистему, дослідники та дослідниці обирають невеликі ділянки або зразки, які є типовими для всієї системи.

На світлинах (рис. 4.5–4.10) показано різні інструменти для збору зразків. Завдяки вивченню флори, фауни та абіотичних складових із цих зразків науковці та науковиці отримують інформацію про видовий склад і особливості екосистеми.



Рис. 4.5. Пастка — заглиблений у ґрунт герметичний контейнер із кришкою для відлову дрібних тварин



Рис. 4.6. Рамка — квадратна конструкція для обліку видового складу й чисельності організмів на ділянці



Рис. 4.7. Сачок — знаряддя для безпечного відлову дрібних тварин із подальшим випусканням на волю після досліджень



Рис. 4.8. Лупа — оптичний інструмент для збільшеного огляду дрібних тварин і частин рослин

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 4.9. Пензлик — м’який інструмент для безпечного перенесення дрібних повзаючих тварин у лоток для огляду й підрахунку



Рис. 4.10. Піпетка — тонка трубка для обережного перенесення дрібних безхребетних із водойми в ємність для дослідження

Попрактикуйтеся

5 **а)** Поясніть, чому дослідники та дослідниці для збирання дрібних організмів використовують м’які пензлики.

б) Із якою метою науковці та науковиці використовують лупу для детального вивчення малих форм життя?

Наука в дії. Фотопастки в Чорнобильському заповіднику



Рис. 4.11. Фотопастка

У Чорнобильському радіаційно-екологічному біосферному заповіднику з 2000 року використовують **фотопастки** (рис. 4.11–4.12) — автоматичні камери з датчиком руху та інфрачервоною підсвіткою, які фіксують як нічну, так і денну активність борсуків, вовків, коней Пржевальського, лисиць, лосів, козуль, диких кабанів, видр, єнотовидних собак, норок, птахів та інших тварин. До появи фотопасток спостереження проводили за слідами взимку та шляхом опитувань персоналу заповідника.

У січні 2020-го року WWF-Україна (WWF — Всесвітній фонд природи) передав заповіднику 10 камер у межах програми «Врятувати рись» — уже в лютому вони зафіксували перших рисей, чисельність яких нині оцінюють у 10–14 особин. Фотопастки дозволяють науковцям та науковицям без втручання в середовище існування вивчати популяційну структуру, поведінку, загрози та зміни в екосистемі.



Рис. 4.12. Фото рисі з фотопастки

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Захист зникаючих видів



Рис. 4.13. Зубр європейський завдяки заходам зі збереження популяції знову почав оселятися на окремих природних територіях

В Україні для захисту рідкісних і зникаючих видів застосовують комплексний підхід. Передусім держава розширює мережу територій природоохоронного фонду: нині діють 19 природних заповідників, понад 50 національних парків та п’ять біосферних резерватів (зокрема Чорноморський, Дунайські плавні, Карпатський, Асканія-Нова і Чорнобильський).

Одночасно діє **Червона книга України** — офіційний реєстр, де фіксують статус видів під загрозою зникнення. Для збереження видів, що перебувають під загрозою зникнення, реалізують програми реінтродукції (зокрема успішне повернення зубра в природні умови) (рис. 4.13).

Завдання 4.1. Заходи захисту зникаючих видів

Працюючи в групах, оберіть 2–5 видів із Червоної книги України й виконайте такі кроки.

1. Визначте статус видів (рідкісний, зникаючий або зниклий) та окресліть умови, необхідні для існування організмів. Назвіть головні загрози їхній популяції.
2. Перевірте, чи трапляються обрані види у вашій місцевості. Знайдіть на карті ареали їхнього поширення.
3. Запропонуйте конкретні дії для захисту цих видів. З’ясуйте, чи існують заповідники або програми охорони для них.
4. Підготуйте схему, коротку доповідь або плакат, щоб презентувати висновки для однокласників та однокласниць.





Трофічні ланцюги та мережі

Усі живі організми отримують енергію шляхом розщеплення поживних речовин під час метаболізму. В екосистемі їх розподіляють на три основні трофічні групи.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Трофічні групи

Продуценти (виробники)

Автотрофні організми — рослини та деякі бактерії, здатні самостійно синтезувати органічні речовини з неорганічних, використовуючи світлову або хімічну енергію.

Консументи (споживачі)



Гетеротрофні організми, які живляться готовою органікою. Їх поділяють на:

- **консументів I порядку** (травоїдні) — споживають продуцентів;
- **консументів II порядку** (хижаки) — полюють на травоїдних;
- **консументів III порядку й вище** — хижаки, що харчуються консументами II порядку й вище.

Редуценти (розкладачі)

Сапротрофні організми — гриби й бактерії — розкладають відмерлу органіку на прості неорганічні речовини.

Трофічний ланцюг (рис. 4.14) показує, як енергія передається між організмами в екосистемі. Його початок — **продуценти** (рослини, водорості), що утворюють органічні речовини під час фотосинтезу. Їх споживають **консументи I порядку** (травоїдні), а далі — **хижаки** (консументи II і вищих порядків). **Редуценти** — гриби та бактерії — розкладають відмерлі рештки на неорганічні речовини, повертаючи їх у довкілля та забезпечуючи колообіг речовин в екосистемі.

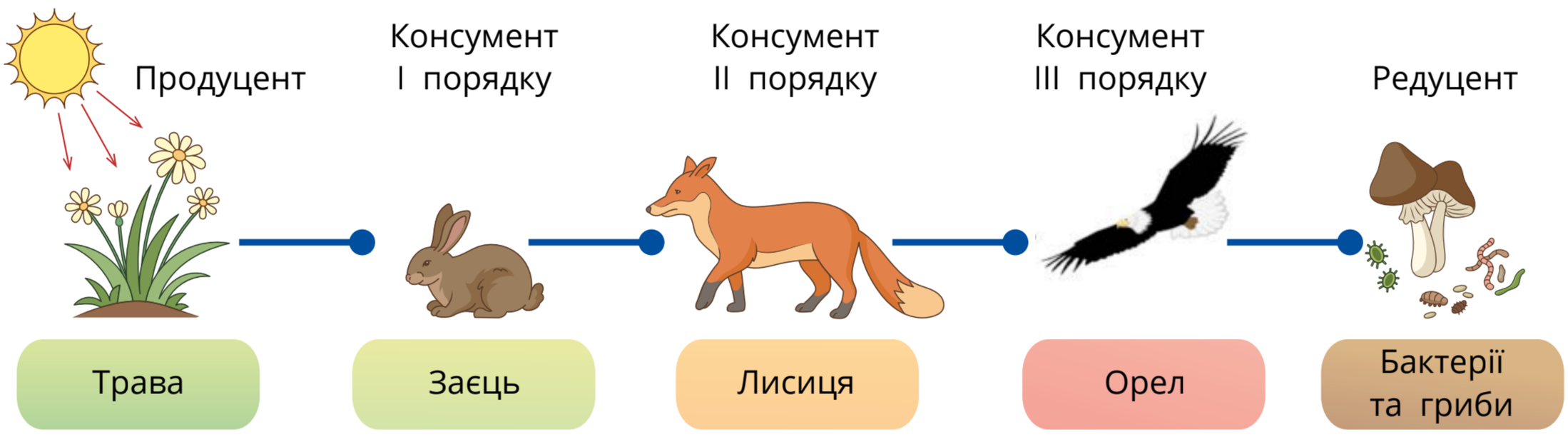


Рис. 4.14. Приклад трофічного ланцюга

Передавання енергії у трофічних ланцюгах

Енергія в екосистемі передається від одного організму до іншого. Сонячне світло засвоюють продуценти, утворюючи органічні речовини, у яких накопичується енергія.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Лише близько 10 % цієї енергії переходить до консументів, а решта витрачається на життєві процеси або розсіюється у вигляді тепла (рис. 4.15). Цю закономірність показує енергетична, або харчова, піраміда.

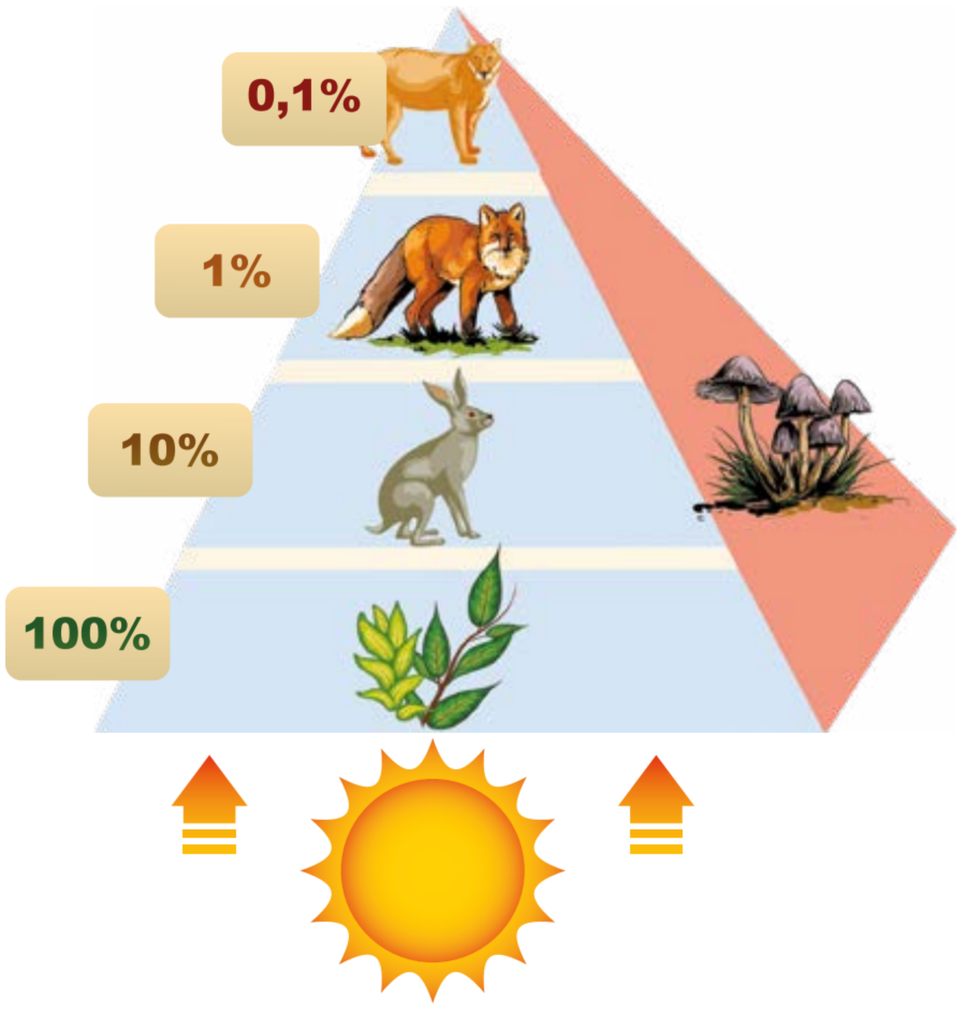


Рис. 4.15. Харчова (енергетична) піраміда

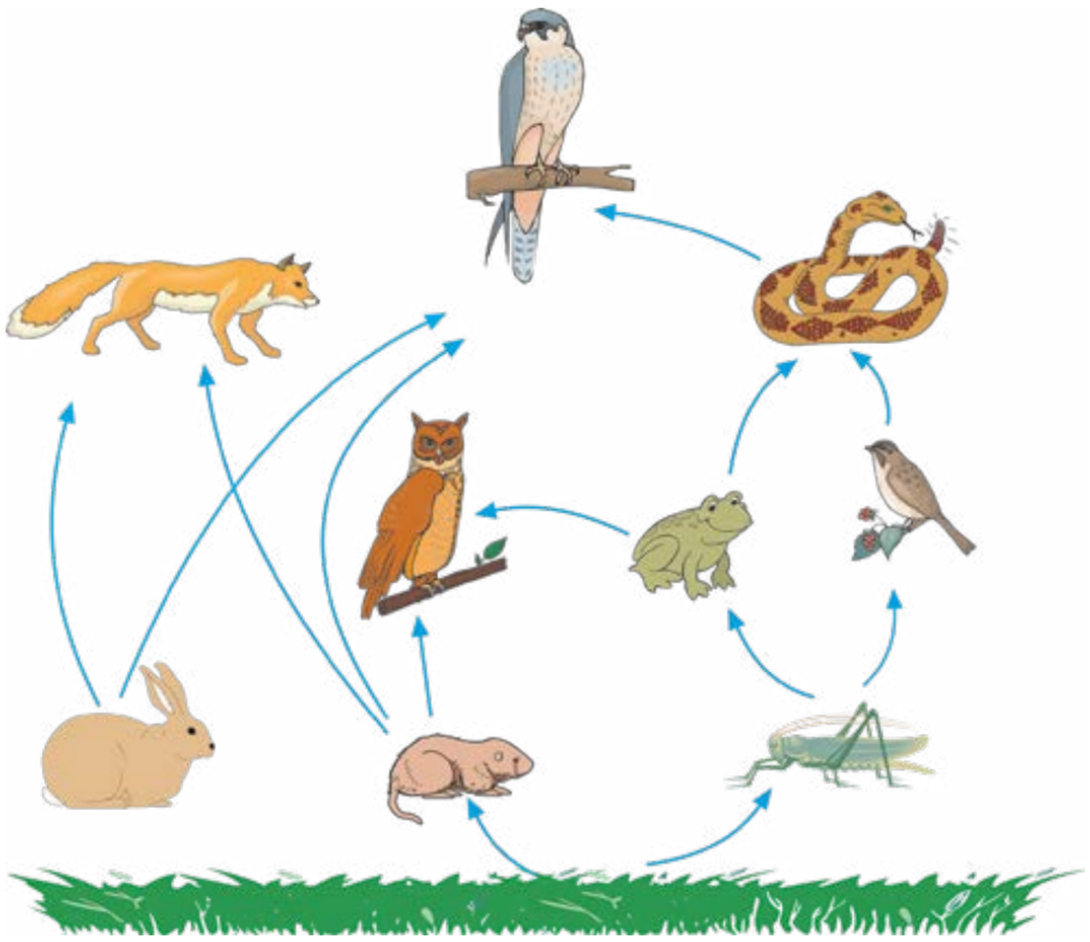


Рис. 4.16. Трофічна мережа

В екосистемах окремі трофічні ланцюги переплітаються, утворюючи складні трофічні мережі (рис. 4.16). Чим багатше біорізноманіття, тим більше зв'язків між видами й тим стійкішою є екосистема.

Попрактикуйтеся

6* Побудуйте трофічний ланцюг із п'яти організмів для певної екосистеми (наприклад, лісостепу). Якими будуть наслідки зникнення однієї з ланок цього ланцюга?

Токсичні речовини, потрапляючи в ґрунт чи воду, спершу накопичуються в рослинах і фітопланктоні, а далі — у тваринах на кожному рівні трофічного ланцюга. Це явище називають **біоакумуляцією**. На вищих рівнях концентрація токсинів зростає — відбувається біомагніфікація. Через це хижаки та люди можуть отримувати небезпечні дози шкідливих речовин. Відомий приклад — пестицид ДДТ (дихлордифенілтрихлорметилметан) накопичувався в рибах, якими живилися птахи. Пестицид спричиняв стоншення шкаралупи яєць та загибель пташенят. Ртуть, що надходить у довкілля з золотодобувних шахт, спочатку накопичується у водоростях, потім — у ракоподібних, рибах і птахах, які живляться рибою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Надмір ртуті часто спричиняє їхню загибель. В організм людини ртуть потрапляє переважно з морською рибою та морепродуктами, викликаючи розлади нервової системи й шкодячи розвитку плода. Тому контроль промислових викидів і запобігання забрудненню водойм є важливою умовою збереження природи та здоров'я людей.

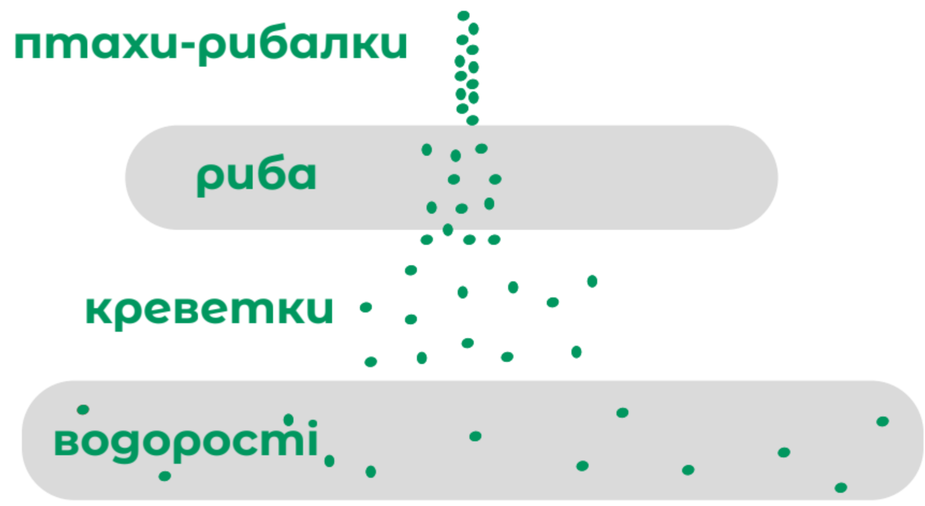


Рис. 4.17. Модель для представлення біоакумуляції ртуті

Попрактикуйтеся

7* Розгляньте рис. 4.17 та з'ясуйте, як сполуки ртуті переходять від водоростей до птахів-рибалок.

8* У 1950-х роках у Японії завод із виробництва пластмас скидав ртутні відходи в море біля затоки Мінамата. Поміркуйте, як це могло стати причиною загибелі 70 місцевих мешканців?

Підсумки

- Середовище існування — сукупність умов, у яких живуть організми. Екосистема — сукупність живих організмів та середовища проживання.
- Трофічний ланцюг — послідовність організмів, між якими відбувається передавання енергії та речовин.
- Продуценти — автотрофні організми, що утворюють органічні речовини з неорганічних.
- Консументи — тварини, які живляться іншими організмами.
- Редуценти розкладають рештки живих істот.
- Біоакумуляція — накопичення токсичних речовин у живому організмі.

Ключові поняття

Середовище існування, ареал, екосистема, фотопастка, заповідні території, Червона книга, харчовий (трофічний) ланцюг, трофічна мережа, продуценти, консументи, редуценти, біоакумуляція, біомагніфікація.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу наводити приклади організмів із різних середовищ існування.
- ☑ Я можу пояснити, що таке екосистема, і розрізняти природні та штучні екосистеми.
- ☑ Я можу добирати способи відбору проб для вивчення організмів у середовищі їхнього життя.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/111791

Взаємозалежність організмів. Конкуренція

Будете навчатися:

- усвідомлювати значення симбіотичних зв'язків;
- розрізняти конкуруючі особини та види;
- характеризувати вплив інтродукованих та інвазійних видів на екосистему.

Взаємозалежність (взаємозв'язки) організмів

Організми в екосистемах пов'язані між собою та з довкіллям, утворюючи мережі взаємодій, що підтримують їхню стійкість і рівновагу. Такі зв'язки проявляються в живленні, конкуренції й симбіозі. **Симбіоз** — тривале співжиття організмів різних видів, яке може бути взаємовигідним або вигідним лише одному з них. За характером взаємодії розрізняють кілька видів симбіозу (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Приклади симбіозу



Рис. 4.19. Мікориза гриба та дерева

Мутуалізм — взаємовигідне співіснування різних видів. Наприклад, запилення квіткових рослин комахами (рис. 4.18), мікориза гриба та дерева (рис. 4.19).

Паразитизм — форма симбіозу, коли один організм (паразит) живе за рахунок іншого (хазяїна), завдаючи йому шкоди, як-от фітофтора на картоплі або людська аскарида в кишечнику (рис. 4.20).



Рис. 4.20. Фітофтора на картоплі



Рис. 4.21. Сокіл полює на зайця

Хижацтво — форма симбіозу, коли один організм (хижак) полює на іншого (жертву) для живлення, що призводить до її загибелі. Наприклад, сокіл полює на зайця (рис. 4.21).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 4.22. Епіфітні рослини на гілках дерева



Рис. 4.23. Тіньолюбиві ялини затіняють інші рослини

Коменсалізм — форма симбіозу, коли один вид отримує користь, а інший не зазнає ні шкоди, ні вигоди. Приклади: птахи, що гніздяться в дуплах дерев; риби-прилипали й черепахи; епіфітні папороті, що ростуть на деревах, використовуючи їх як опору (рис. 4.22).

Аменсалізм — взаємодія, за якої один організм пригнічує іншого, сам залишаючись без змін. Наприклад, гриб пеніцил гальмує ріст бактерій або рослини, що затінюють інші (рис. 4.23).

Організми в екосистемі вступають у різні біотичні взаємодії, зокрема конкуренцію, хижацтво, паразитизм, мутуалізм і коменсалізм, — що забезпечують обмін енергії, регулюють чисельність і підтримують стійкість та різноманіття життя.

Попрактикуйтеся

1 Об'єднайтеся в групи за типами симбіозу. Наведіть по два приклади пар організмів для кожного типу.

а) Визначте, який організм отримує користь, а який — шкоду або не зазнає впливу.

б) Подайте результати в таблиці з колонками: форма симбіозу, приклади, вплив на організми.



Конкуренція

Конкуренція — взаємна боротьба організмів за обмежені ресурси довкілля. Тварини конкурують за воду, їжу, укриття, територію, партнера для розмноження та інші ресурси довкілля.



Рис. 4.24. Самці оленя змагаються за самку в шлюбному турнірі



Рис. 4.25. Дерева одного лісу конкурують за світло

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Рослини конкурують за світло, вологу, тепло, мінеральні речовини, простір для росту й запилювачів. Коли ресурсів бракує, конкуренція посилюється: рослини, що отримують менше світла чи вологи, витісняються, а тварини конкурують за їжу.

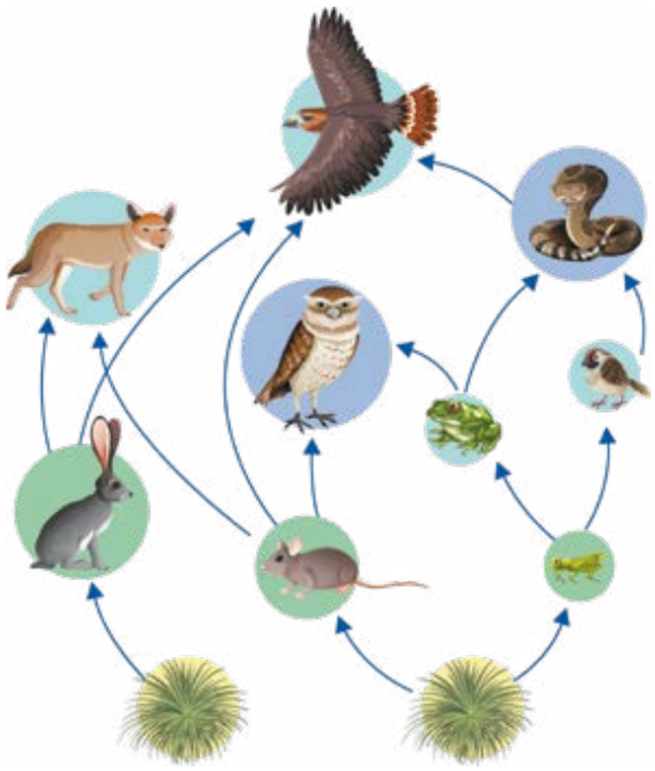


Рис. 4.26. Трофічна мережа

У результаті змагання сильніші або краще пристосовані організми й види займають сприятливіші ділянки й мають вищі шанси на виживання та відтворення. Трофічні мережі показують ці взаємозв'язки та допомагають передбачати наслідки змін у популяціях. Наприклад, зменшення кількості зайців призводить до скорочення чисельності лисиць (рис. 4.26).

Попрактикуйтеся

2 Розгляньте рис. 4.26.

а) Запишіть чотири ресурси, необхідні тваринам для виживання й розмноження.

б) З'ясуйте, з якими організмами за їжу конкурують зайці.

в) Визначте суперників лисиць у боротьбі за їжу.

г) Опишіть, за які ресурси змагаються рослини та олені.

ґ) Поясніть, чому посуха або тривала відсутність дощів посилює конкуренцію в екосистемі.

Екологічна ніша



Рис. 4.27. Два види лишайників займають різні екологічні ніші на одній скелі (на сонячному та затіненому боці)

Екологічна ніша описує, як вид взаємодіє з довкіллям: де живе, які ресурси споживає, з ким конкурує та хто є його хижаком. Вона визначається життєвим циклом, умовами середовища, місцем у трофічному ланцюгу та ареалом. За принципом Гаузе, два види не можуть тривалий час існувати в одній ніші. Різні види можуть займати схожі ніші в різних регіонах (наприклад, сумчасті в Австралії та копитні в Євразії) або різні — у межах однієї екосистеми.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3 Доберіть приклади видів, які відповідають наведеним екологічним нішам.

а) Дрібний гризун степів, активний уночі, консумент I порядку.

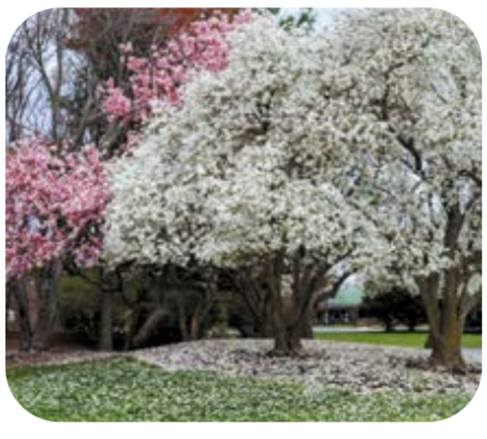
б) Рослиноїдна тварина, пристосована до посушливих, бідних на вологу й поживні речовини ландшафтів Австралії.

в) Великий всеїдний хижак лісових екосистем, що конкурує за їжу з вовками та рисями.

Інтродуковані та інвазійні види



Інтродукція видів в екосистему — це процес навмисного чи випадкового перенесення рослин або тварин за межі їх природного ареалу в нові для них середовища проживання, що може радикально змінити структуру та функціонування екосистеми з позитивними або негативними наслідками. **Реінтродукція** — це відновлення популяцій видів у районах, де вони раніше були, але зникли.



Інтродукований вид — це вид, який був уведений у новий ареал шляхом уселення й прижився в ньому. **Біологічні інвазії** — це процеси, за яких інтродуковані організми надмірно розмножуються та завдають шкоди місцевій флорі, фауні та функціонуванню екосистеми. Види, які природно мешкають на певній території, є **аборигенними**.

Наслідки інтродукції

Позитивні	Негативні
▪ Розширення видової різноманітності екосистеми ▪ Підвищення загальної продуктивності біоценозу ▪ Закріплення ґрунтів і зменшення ерозійних процесів (руйнування верхнього родючого шару ґрунту) ▪ Нові можливості для сільського господарства, лісівництва та рибництва	▪ Конкуренція з місцевими видами за ресурси ▪ Витіснення місцевих видів ▪ Перебудова трофічних мереж і порушення потоків енергії ▪ Поява нових захворювань, шкідників місцевих екосистем ▪ Загальне зменшення біорізноманіття ▪ Фінансові втрати через шкоду сільському й лісовому господарствам

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



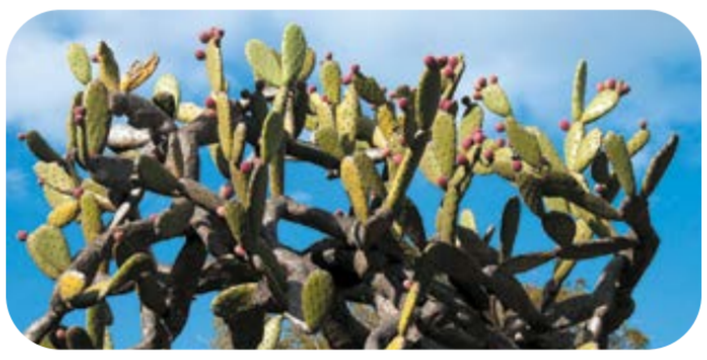
Рис. 4.28. Беркут

Поява немісцевих видів може порушити рівновагу екосистеми. Наприклад, занесення беркутів призводить до конкуренції з пугачами за здобич: зі збільшенням чисельності беркутів зменшується кількість лисиць і змій, а пугачі втрачають ресурси. Такі інтродуковані види також можуть переносити нові хвороби або займати гнізда місцевих птахів, витісняючи їх із природного середовища.

Інвазійний вид — це чужорідний вид, який завдає шкоди екосистемі. У новому середовищі такі види часто не мають природних ворогів, тому їхня чисельність швидко зростає. Так, у 1940-х роках на острів Гуам випадково завезли коричневих деревних змій. Без хижаків вони масово розмножилися й знищили щонайменше десять видів місцевих птахів.



Рис. 4.29. Кактус опунція



У XIX столітті австралійські фермери висаджували опунцію як живопліт (рис. 4.29). З часом кактус поширився на понад 40 000 км², витіснив місцеві рослини, виснажив запаси води й зробив землю непридатною для обробітку.

У Чорне море наприкінці 1940-х потрапила рапана венозна (Rapana venosa) — великий хижий молюск із Тихого океану (рис. 4.30). Наявність їжі та відсутність ворогів дозволили їй швидко збільшити власну чисельність і суттєво скоротити популяції устриць, гребінців і мідій. Водночас рапана набула популярності як місцевий делікатес.



Рис. 4.30. Рапана венозна

Колорадський жук із Північної Америки, випадково завезений в Україну, швидко поширився завдяки відсутності природних ворогів і сприятливому клімату. Він став головним шкідником пасльонових культур, спричиняючи значні втрати врожаю. Борщівник Сосновського витісняє місцеву флору та спричиняє фотодерматити — запалення шкіри під дією сонця після контакту з його соком. Амброзія полинолиста потрапила до України з Північної Америки й розповсюдилася на полях, узбіччях і пустирях, викликає сильні алергічні реакції й витісняє корінні види.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Інвазійні види в Україні



Рис. 4.31. Амброзія полинолиста

Україна робить перші кроки в боротьбі з інвазійними видами. У 2021 році ухвалено Стратегію біобезпеки, а в 2022 році — План її реалізації до 2025 року, спрямовані на виявлення, моніторинг і контроль чужорідних організмів.

Боротьба з окремими карантинними рослинами — такими як амброзія полинолиста та борщівник Сосновського — ведеться на державному й місцевому рівнях, але загальної стратегії для всіх груп організмів ще не розроблено. На рис. 4.31 і 4.32 показано приклади цих рослин, що були інтродуковані й стали інвазійними видами.



Рис. 4.32. Борщівник Сосновського



Рис. 4.33. Колорадський жук, завезений із Північної Америки. Поширюється дуже швидко, завдає значної шкоди картоплі та іншим пасльоновим рослинам



Рис. 4.34. Іспанський слимак поширився в Україні з Центральної Європи. Шкодить рослинам, витісняє місцеві види молюсків

Попрактикуйтеся

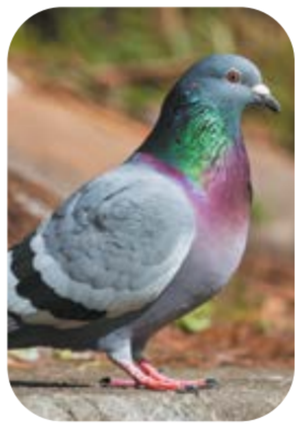
4 Розгляньте рис. 4.33 й обговоріть у парах, чому колорадський жук завдає шкоди картоплі.

5 Ознайомтеся з рис. 4.34 та поясніть, чому через поширення іспанського слимака місцеві види молюсків опинилися під загрозою витіснення.

6* В озері інтродукований вид риби почав активно поїдати личинок місцевих амфібій. Як це вплине на структуру трофічних ланцюгів?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 4.2. Дослідження впливу інвазійних видів



1. Скориставшись додатковими джерелами, знайдіть в інтернеті інформацію про три інвазійні види, що спричинили значні екологічні проблеми в різних країнах (можна взяти приклади з попереднього матеріалу).
2. Створіть таблицю з такими стовпцями: вид; природний ареал; регіон ураження; наслідки інвазії; заходи боротьби.
3. Проаналізуйте всі використані джерела інформації.

а) Оберіть три з них і коротко опишіть їхні сильні та слабкі сторони.

б) Визначте, яке джерело виявилося найкориснішим і чому, а яке — найменш корисним та чому.

4. Підготуйте коротку доповідь або презентацію для представлення ваших висновків перед класом.



Підсумки

- Симбіоз — це тривале співжиття організмів різних видів, що приносить їм взаємну або принаймні односторонню вигоду.
- Інтродукований вид — це вид, який був уведений у новий ареал шляхом уселення й прижився в ньому.
- Екологічна ніша — це «спосіб життя» виду в екосистемі (де мешкає, які ресурси використовує, із ким взаємодіє).
- Інвазійний вид — це чужорідний вид, що швидко розмножується в новому середовищі й витісняє місцеві види.

Ключові поняття

Симбіоз, мутуалізм, коменсалізм, хижацтво, паразитизм, аменсалізм, конкуренція, екологічна ніша, інтродукція, аборигенний вид, інвазійні види.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу визначати конкуруючі особини й види.
- ☑ Я можу описати вплив інвазійних організмів на екосистему.
- ☑ Я можу проводити дослідження, оцінювати достовірність джерел і фіксувати отриману інформацію.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

І. Усвідомлюю закономірності природи

1. Який із графіків ви б обрали для демонстрації чисельності організмів різних видів на певній ділянці:

А лінійний графік;

Б гістограму.

2. Кудзу — інвазійна швидкоросла ліана в США, що здатна повністю вкривати дерева.

А Опишіть механізм, за допомогою якого кудзу руйнує лісову екосистему.

Б Назвіть два шляхи, якими кудзу могла потрапити до США.



3. Науковці та науковиці відбирають проби в середовищі, щоби встановити, які організми там мешкають. Який метод підходить найкраще для:

а) трав'янистих рослин;

б) дрібних наземних повзучих тварин;

в) дрібних безхребетних тварин, які живуть на верхівках високої трав'янистої рослинності?

4. Як називають процес накопичення речовин в організмах у трофічному ланцюзі?

А біологія;

Б біоакумуляція;

В біометричні дані;

Г біологічно стійкі речовини.

ІІ. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

5. Науковці та науковиці виміряли вміст ртуті в різних видах риб затоки (див. таблицю).

а) Чому деякі види риб не рекомендують уживати в їжу?

б) Як ртуть потрапляє й накопичується в тканинах риб?

в) Який вид риб перебуває на найвищому трофічному рівні?

г) Який тип діаграми найзручніше використати для відображення цих даних?

Організм	Рівень ртуті (мг/кг)
чорний тунець	0,9
сіра тригерна риба	0,19
королівська скумбрія	3,76
червоний окунь	0,41
скромний групер	0,24



6. У 1950–1960-х роках фермери застосовували пестицид ДДТ. Поясніть, чому популяція сапсанів, що живляться дроздами, різко скоротилася, а чисельність дроздів, які споживали дощових червʼяків із забрудненого ґрунту, залишилася майже незмінною.

7. Дослідники взяли проби зразків організмів у степу «Асканія-Нова», щоб визначити видовий склад рослин. У таблиці позначено, які види виявлено в кожному зразку.

Тип рослини	Номер зразка											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А — ковила українська		✓		✓		✓		✓		✓	✓	
В — тюльпан Шренка	✓			✓			✓		✓		✓	
С — волошка Талієва			✓	✓		✓				✓		

а) Побудуйте гістограму, що показує, у скількох зразках траплявся кожен вид рослин.
б) Визначте, який вид мав найбільшу частоту зустрічальності.
в) Поясніть, чому ці дані не можна подати лінійним графіком.



III. Проводжу дослідження природи

8. В екосистему потрапив новий інвазійний вид рослини, який швидко розмножується. Оберіть два можливі наслідки:

А витіснення місцевих видів рослин;
Б порушення звичних ланцюгів живлення;
В зростання біорізноманіття;
Г закріплення ґрунтів.

9. Співставте тип взаємозв’язку з парою організмів.



Тип взаємозв’язку	Пара організмів
1) Мутуалізм	**а)** Кліщ і олень
2) Коменсалізм	**б)** Олень і сарна
3) Паразитизм	**в)** Бджола й кульбаба
4) Хижацтво	**г)** Лисиця та заєць
5) Конкуренція	**ґ)** Риба-прилипала й акула
6) Аменсалізм	**д)** Гриб пеніцил і бактерії

10. Розгляньте трофічний ланцюг «трава → кріль → лисиця» та вкажіть: продуцента; консумента II порядку; консумента I порядку; організм, що займає другий трофічний рівень.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 5.
Періодична система хімічних елементів

5

Рубідій — дуже м’який лужний метал, що плавиться за температури, трохи вищої за температуру людського тіла, і швидко вступає в хімічні реакції. Рубідій належить до 1-ї групи періодичної таблиці, що допомагає пояснити високу реакційну здатність (вищу, ніж у калію, натрію та літію) простої речовини цього хімічного елемента.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- Із чого складається атом;
- як розміщення хімічного елемента в періодичній таблиці пов’язане з будовою його атомів;
- про тенденції та закономірності в групах і періодах періодичної таблиці.

У цьому розділі ви навчитеся:

- визначати атомний номер і масове число хімічного елемента;
- пояснювати зв’язок між будовою атома й місцем хімічного елемента в періодичній таблиці;
- описувати закономірності будови електронних оболонок атомів хімічних елементів та їх вплив на властивості речовин;
- класифікувати хімічні елементи на групи.

rnk.com.ua/112095

rnk.com.ua/112096

Періодична система хімічних елементів та її графічне вираження

Будете навчатися:

- пояснювати, з чого складається атом;
- користуватися моделлю атома для зображення розміщення електронів;
- розуміти зв'язок між будовою атома й місцем хімічного елемента в періодичній таблиці.

Будова атома

Безліч фізичних тіл і матеріалів у Всесвіті утворені з різних речовин, що складаються з атомів. Якщо поставити мільйон атомів Карбону в ряд, вони будуть приблизно такої ж ширини, як людська волосина. Згідно з моделлю атома Резерфорда (1909 р.) навколо маленького позитивно зарядженого ядра в атомі рухаються негативно заряджені електрони (рис. 5.1).

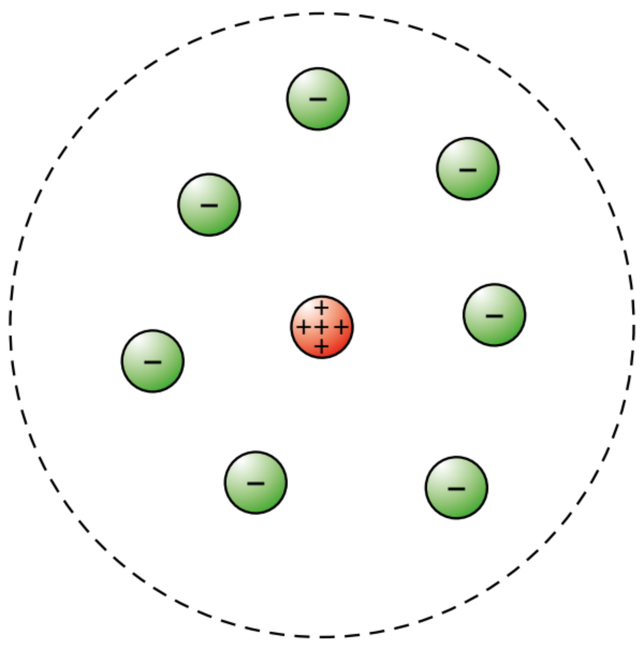
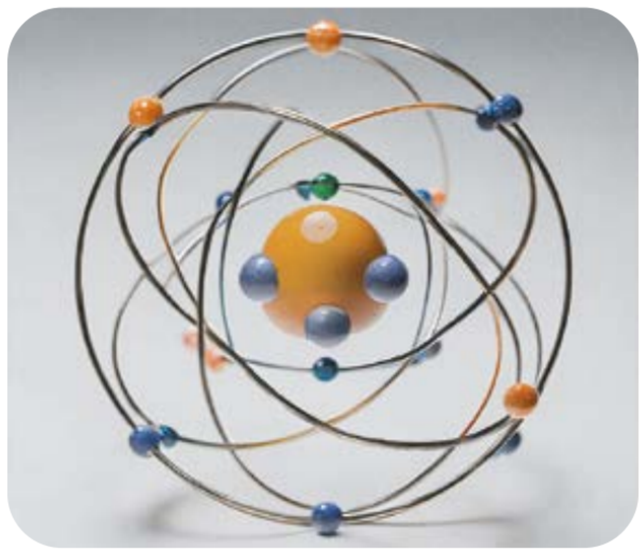
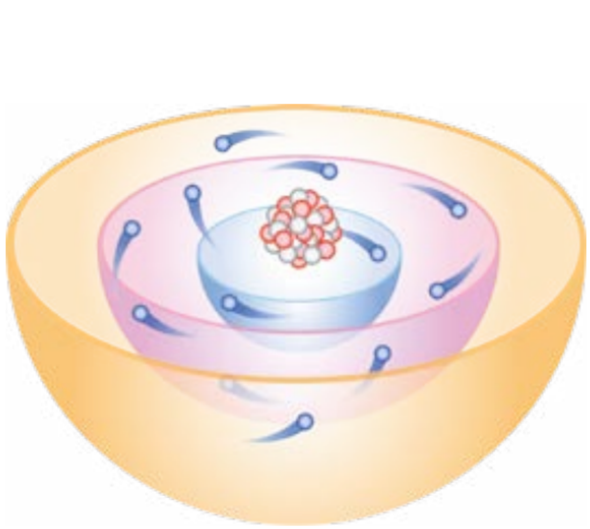


Рис. 5.1. Модель атома Резерфорда

У 1913 році Нільс Бор використав розрахунки, які підтверджували експериментальні результати інших науковців та науковиць, щоб пояснити, чому електрони були виявлені в ряді оболонок на різних відстанях від ядра. Експерименти 1920–1930-х років показали, що ядро складається з позитивно заряджених **протонів** і беззарядних **нейтронів** (рис. 5.2).





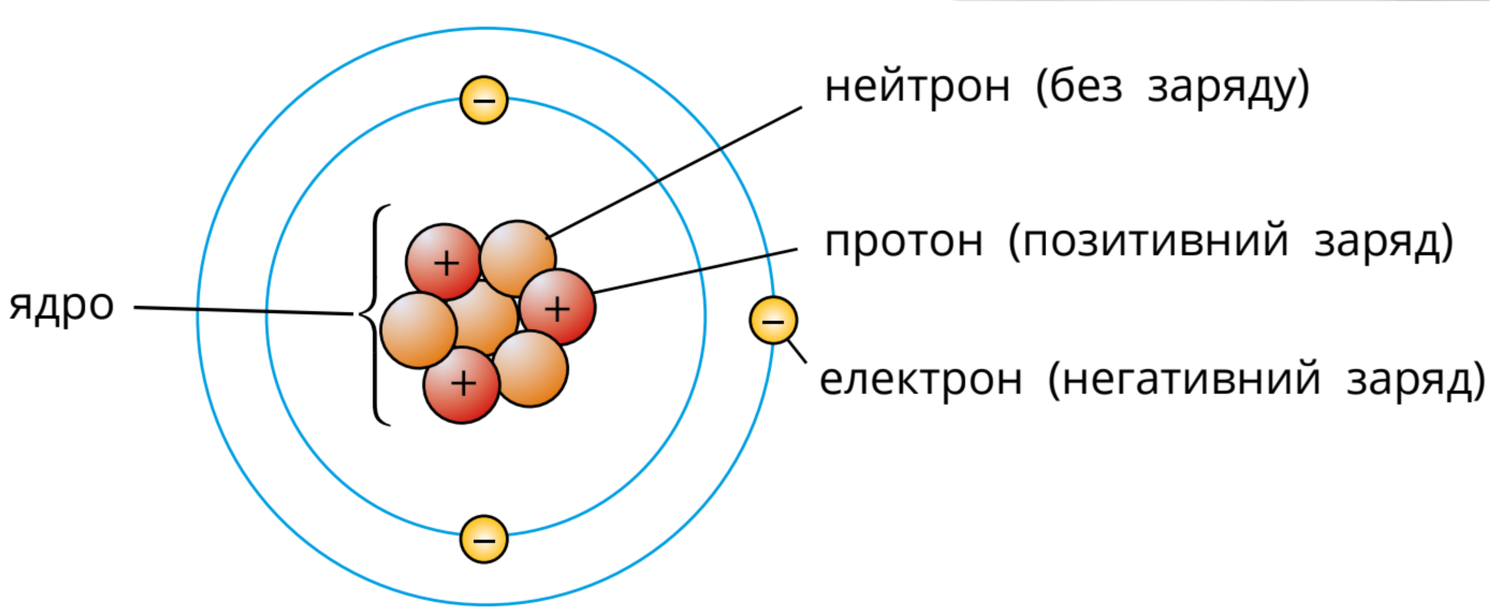


Рис. 5.2. Атом складається з ядра та електронів, що рухаються навколо нього. Кількість нейтронів можна визначити, віднявши від масового числа атомний номер елемента

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Атомний номер і масове число

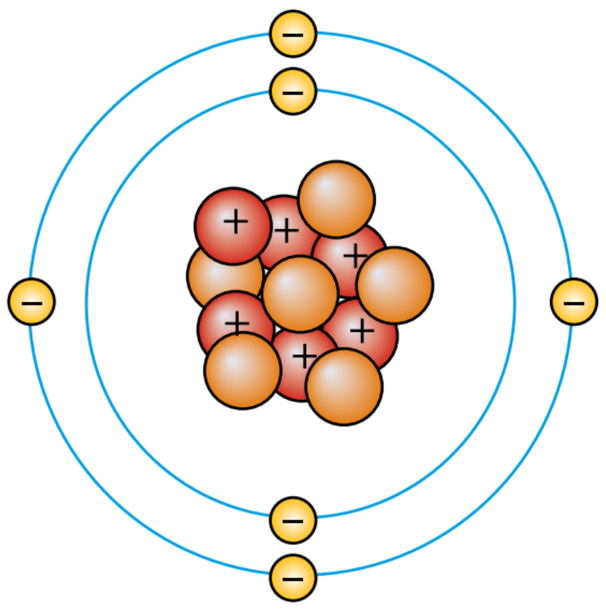


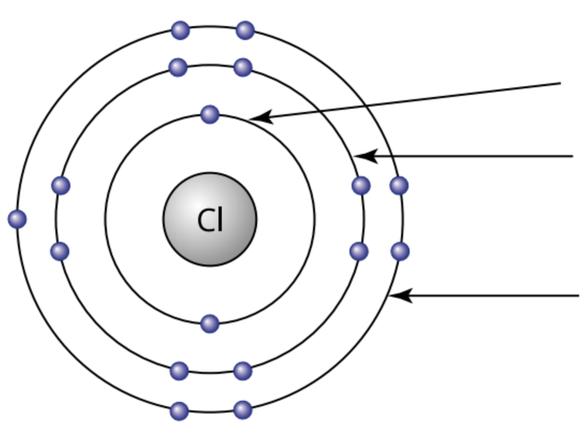
Рис. 5.3. Атом Карбону містить 6 протонів і 6 нейтронів у своєму ядрі та 6 електронів в оболонках навколо ядра

Заряди протонів і електронів у атомі компенсують один одного. Порядковий номер хімічного елемента в періодичній таблиці (**атомний номер**) показує кількість протонів у ядрі атома. Оскільки атом — електронейтральна частинка, кількість електронів у ньому дорівнює кількості протонів, атомний номер також указує на число електронів (рис. 5.3). **Масове число** (відносна атомна маса) — це загальна кількість протонів і нейтронів у ядрі атома. Воно завжди більше за атомний номер.

Для Протію (ізотопу Гідрогену) масове число й атомний номер дорівнюють 1. У періодичній таблиці наведено відносні атомні маси, які є нецілими числами, оскільки враховують наявність ізотопів.

Розміщення електронів

Електрони в атомі перебувають на енергетичних рівнях (оболонках) навколо ядра: перший може утримувати до двох електронів, другий — до восьми, третій — до вісімнадцяти і т. д.



Хлор має порядковий номер 17 і має:
2 електрони на першому енергетичному рівні,
8 — на другому,
7 — на третьому.

Рис. 5.4. Атом Хлору складається з 17 електронів, які перебувають на трьох енергетичних рівнях

Попрактикуйтеся

1 Розгляньте інформацію про атоми різних елементів.

а) Який хімічний елемент має атомний номер 4?

б) Скільки протонів має атом Оксигену?

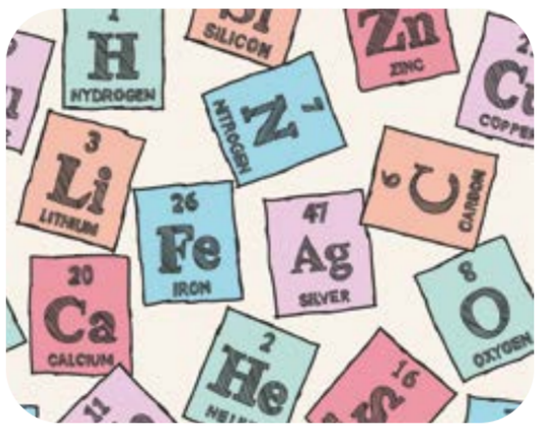
в) Скільки електронів містить атом Гелію?

г) Скільки нейтронів має атом Натрію?

$^{16}_{8}$O Оксиген	$^{23}_{11}$Na Натрій
$^{9}_{4}$Be Берилій	$^{4}_{2}$He Гелій

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Історія відкриття періодичного закону



У XIX столітті науковцям та науковицям було відомо вже кілька десятків хімічних елементів. З'явилося запитання: чи існує певна закономірність у властивостях речовин, утворених атомами цих хімічних елементів? Було запропоновано кілька варіантів класифікацій: за масою атома, за валентністю, за хімічними властивостями.



Зрештою вдалося виявити закономірність: властивості елементів повторюються з певною періодичністю, якщо розмістити їх за зростанням маси або будови атома. Так сформулювали періодичний закон, який став основою для створення системи розміщення хімічних елементів.

Графічне вираження періодичної системи — таблиця

Періодична система хімічних елементів та її графічне вираження — періодична таблиця. Періодична система — це спосіб упорядкування хімічних елементів за їхніми властивостями. Її зручно подавати у вигляді **періодичної таблиці** (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Атомний номер (порядковий) визначає місце кожного хімічного елемента в періодичній таблиці

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Хімічні елементи в періодичній таблиці розміщені за зростанням кількості протонів у ядрах їхніх атомів — у комірках з відповідним порядковим номером, що відображає склад атомного ядра кожного елемента. Хімічні елементи об'єднані у вертикальні стовпці, які називають **групами**, та горизонтальні ряди (**періоди**). Номер періоду відповідає кількості енергетичних рівнів, на яких розміщуються електрони.

Наприклад, атоми Флуору мають 2 енергетичні рівні, бо в періодичній таблиці Флуор у 2-му періоді. Номер групи (для хімічних елементів головних підгруп) дорівнює кількості електронів на останньому енергетичному рівні атома. Наприклад, елементи 7-ї групи періодичної таблиці мають по сім електронів на останньому енергетичному рівні. Таким чином, атом Флуору (рис. 5.6) також містить сім електронів на останньому енергетичному рівні, бо належить до 7-ї групи.

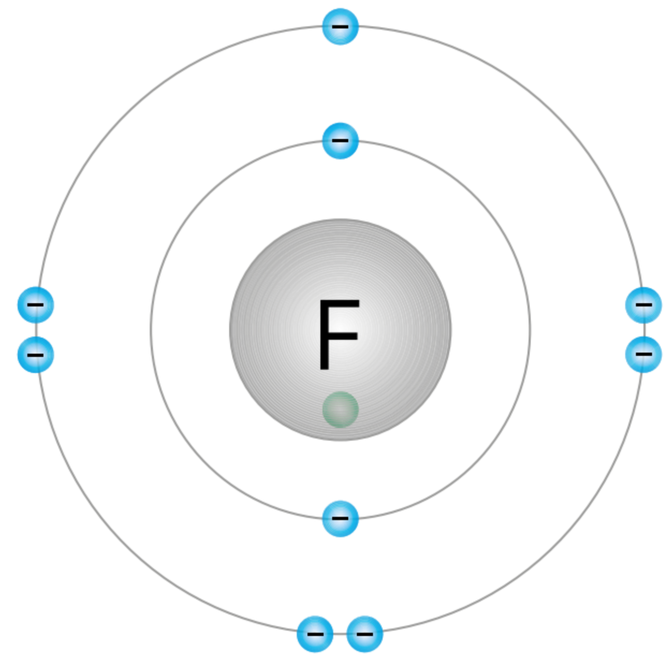


Рис. 5.6. Атомний номер (порядковий) визначає місце кожного хімічного елемента в періодичній таблиці

Попрактикуйтеся

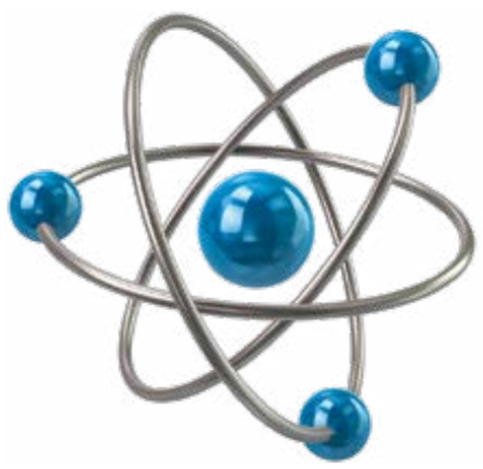
2 Визначте, у якій групі періодичної таблиці розміщений кожен із цих хімічних елементів:

а) Оксиген; **б)** Хлор; **в)** Магній.

3 У якому періоді періодичної таблиці можна знайти кожен із наведених хімічних елементів:

а) Аргон; **б)** Кальцій; **в)** Карбон.

Завдання 5.1. Створення моделі атома



Зберіть кілька фішок, квасолин або маленьких цукерок різного кольору й розміру для представлення протонів, нейтронів та електронів відповідно. Виберіть хімічний елемент, визначте його атомний номер і масове число.

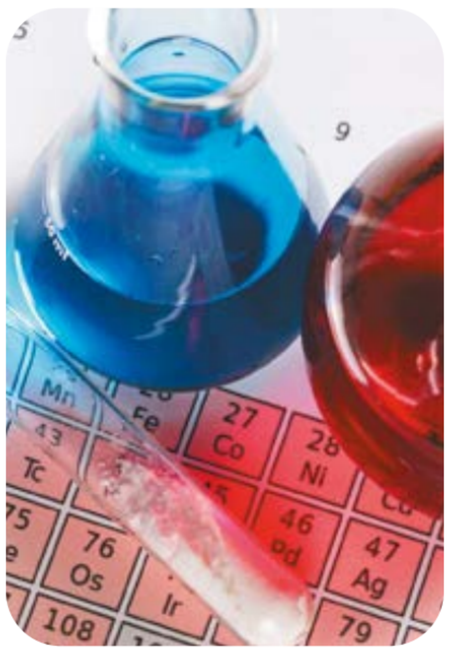
1. Побудуйте на аркуші паперу модель атома вашого хімічного елемента. Спочатку створіть ядро. Потім за допомогою циркуля накресліть енергетичні рівні та додайте потрібну кількість електронів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

2. Поміняйтеся створеними моделями атомів з однокласником / однокласницею і перевірте їхню роботу.
3. Чим схожі атоми різних хімічних елементів?
4. Обговоріть сильні та слабкі сторони вашої моделі: наскільки вона схожа на справжній атом? Чим відрізняється?



Тенденції та закономірності в періодичній системі



У періодичній таблиці спостерігаються чіткі закономірності. Наприклад, у межах одного періоду зліва направо поступово змінюються властивості хімічних елементів — від металічних до неметалічних. У групах зі збільшенням номера періоду атоми зростають за розмірами та слабше утримують електрони. Так, у 1-й групі зі збільшенням радіуса атома зростає активність металів, і найактивнішим є Францій. У 17-й групі, навпаки, зі зменшенням радіуса атома посилюються неметалічні властивості, і найактивнішим неметалом є Флуор.

Зміст періодичного закону полягає в тому, що властивості хімічних елементів, їхніх простих речовин і сполук перебувають у періодичній залежності від заряду атомного ядра (порядкового номера).

Наука в дії. Відкриття нових хімічних елементів

Хімічні елементи відкривали поступово. Спочатку люди дізнавалися про ті хімічні елементи, що траплялися в природі у вільному стані або у складі руд — наприклад, Купрум (проста речовина мідь), Ферум (залізо), Сульфур (сірка). Із розвитком науки науковці та науковиці навчилися виділяти елементи з речовин і відкривати нові. Сьогодні відомо 118 хімічних елементів. Нові елементи вдається отримати в спеціальних лабораторіях під час ядерних реакцій. Найважчі з них — штучні, вони нестійкі й існують дуже короткий час.





За останні 50 років періодична таблиця хімічних елементів поповнилася 17 новими елементами (зі 102-го по 118-й). Нові, ще не названі, хімічні елементи спочатку отримують тимчасові систематичні числівникові назви (наприклад, Уннуліній).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Після цього IUPAC може затвердити постійну назву, яку часто надають на честь науковця / науковиці, наукової установи, місцевості або іншого значущого об'єкта.

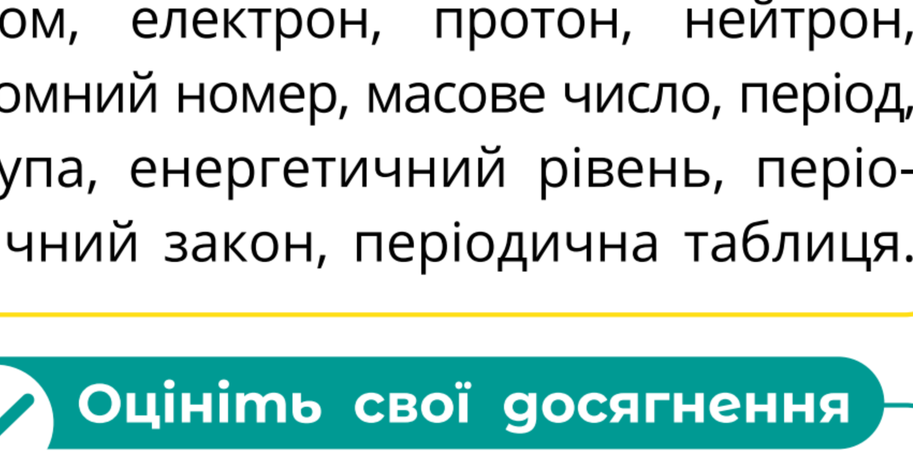
Попрактикуйтеся

4* Ознайомтеся з хімічним складом мінеральної води. Знайдіть інформацію про біологічну роль аніонів та катіонів, що містяться в ній.

5* У багатьох гірських регіонах, зокрема й у Карпатах, у воді та ґрунтах вміст Йоду природно низький. Це може впливати на роботу щитоподібної залози.

а) Обґрунтуйте, чому в горах спостерігається йододефіцит.

б) Запропонуйте науково обґрунтовані способи профілактики йододефіциту.



Підсумки

- Атом складається з ядра (протонів, нейтронів) та електронів, що рухаються навколо нього.
- Електрони в атомі розміщуються на енергетичних рівнях (оболонках) у певному порядку.
- Атомний номер (порядковий) показує кількість протонів у ядрі атома, а також кількість електронів у атомі.
- Масове число — це сума протонів і нейтронів у ядрі атома.
- Номер періоду відповідає кількості енергетичних рівнів, а номер групи — кількості електронів на останньому рівні.

Ключові поняття

Атом, електрон, протон, нейтрон, атомний номер, масове число, період, група, енергетичний рівень, періодичний закон, періодична таблиця.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу знайти розміщення хімічного елемента в періодичній таблиці.
- ☑ Я можу пояснити, як будова атома визначає розміщення хімічного елемента в періодичній таблиці.
- ☑ Я можу описати закономірності зміни властивостей хімічних елементів у періодах і групах.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112097

Електронні оболонки атомів хімічних елементів

Будете навчатися:

- описувати будову електронної оболонки атома;
- пояснювати, як електронна будова атомів впливає на фізичні й хімічні властивості речовин;
- знаходити закономірності в періодичній таблиці хімічних елементів.

Будова електронної оболонки атома

Сукупність усіх електронів, що оточують ядро атома, називають електронною оболонкою. Електрони в атомі перебувають на орбіталях, які мають певну енергію. Орбіталі з однаковою або близькою енергією об'єднуються в енергетичні рівні (електронні шари). Орбіталі одного рівня мають однакову форму й розміри.

Кількість енергетичних рівнів в атомі збігається з номером періоду хімічного елемента.

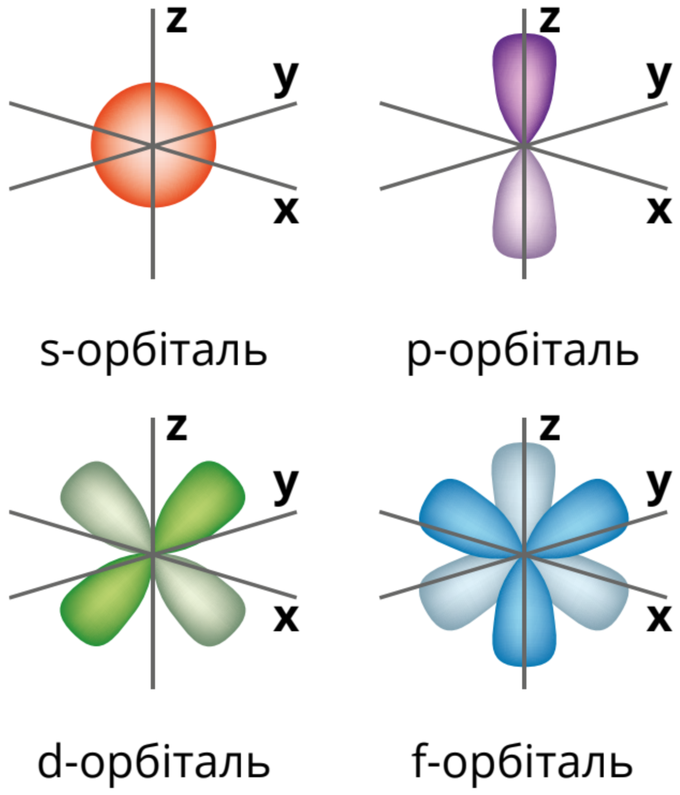
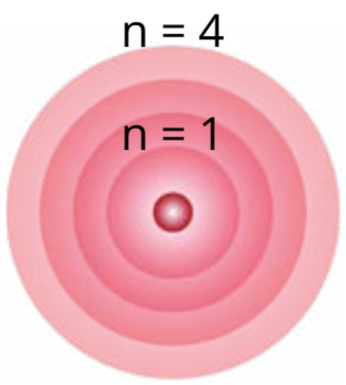


Рис. 5.7. Форми електронних орбіталей



Наприклад, атом Гідрогену має один енергетичний рівень і розміщений у першому періоді періодичної таблиці. Кожен енергетичний рівень містить орбіталі певної форми, на яких перебувають електрони: перший складається лише з s-орбіталі, другий — з s- і p-орбіталей, третій — з s-, p- і d-орбіталей (рис. 5.7). Кількість типів орбіталей на енергетичному рівні відповідає його номеру.

Фізичні та хімічні властивості речовин

Фізичні та хімічні властивості речовин залежать від кількості електронів на зовнішніх енергетичних рівнях атомів хімічних елементів, із яких складаються ці речовини. Будова електронних оболонок атомів визначає тип хімічного зв'язку, який формується між ними, а тип хімічного зв'язку, у свою чергу, впливає на фізичні властивості речовини, як-от температури кипіння та плавлення, твердість, електропровідність тощо.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

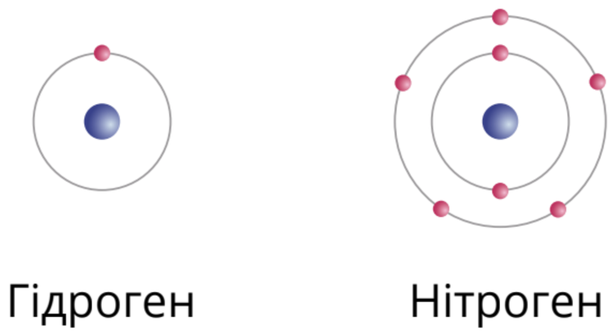


Рис. 5.8. Атом Гідрогену містить один електрон на зовнішньому енергетичному рівні, атом Нітрогену — п'ять. Це пояснює відмінності в хімічних властивостях водню та азоту

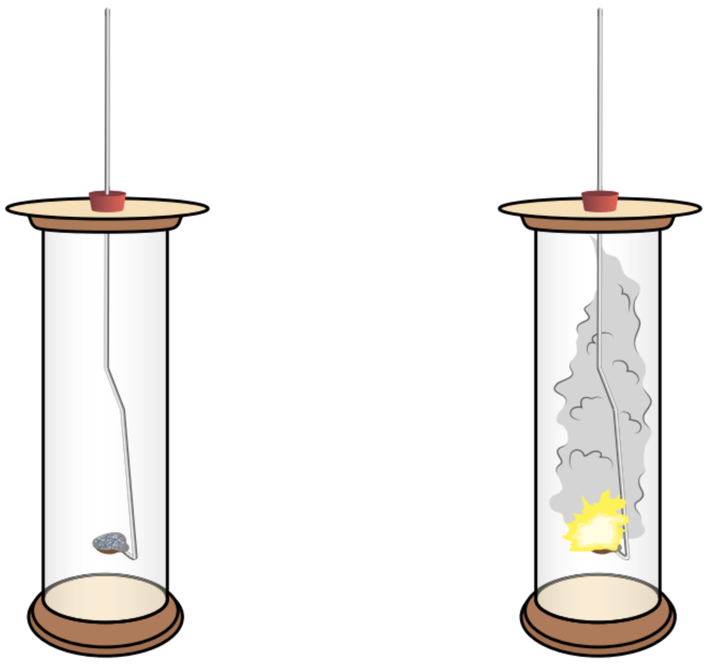


Рис. 5.9. Після внесення до посудини, заповненої киснем, залізо з киснем не реагує, а натрій реагує

Речовини з однаковою кількістю електронів на зовнішньому рівні зазвичай проявляють подібні хімічні властивості, як-от реакційна здатність чи горючість. Так, водень легко спалахує у присутності кисню, а азот — не є горючим (рис. 5.8). Порівняння поведінки заліза й натрію в кисні (рис. 5.9) показує, що натрій — більш реакційно здатний метал, оскільки має на зовнішній оболонці лише один електрон, який легко віддає.

Попрактикуйтеся

1* В інтернеті пишуть, що Неон здатен утворювати сполуки. Перевірте правдивість твердження, використовуючи знання про електронні оболонки.

2 Наведіть приклади речовин зі схожими властивостями, утворених атомами із подібною будовою електронних оболонок.

Групи та періоди в періодичній таблиці

Періодична таблиця хімічних елементів має дві основні форми: коротку та довгу. Короткий варіант містить 8 груп, поділених на підгрупи А та В, а довгий — 18 груп. У обох формах періодичної таблиці лантаноїди та актиноїди зазвичай виносять в окремі ряди.

Речовини, утворені хімічними елементами однієї групи періодичної таблиці, мають подібні хімічні властивості. Це пояснюється тим, що хімічні елементи однієї групи періодичної таблиці мають однакову кількість електронів на своєму останньому енергетичному рівні.

Li	Літій
Na	Натрій
K	Калій
Rb	Рубідій
Cs	Цезій
Fr	Францій



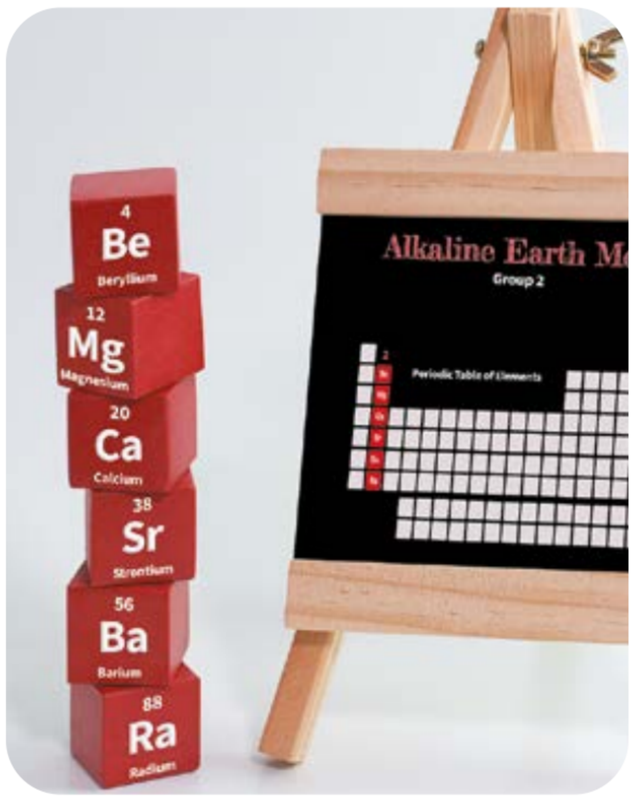
Рис. 5.10. Хімічні елементи головної підгрупи I групи періодичної таблиці

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наприклад, атоми хімічних елементів I групи періодичної таблиці мають по 1 електрону на останньому енергетичному рівні (Літій на другому, Натрій на третьому і т. д.) відповідно до номеру періоду. Ці елементи називають лужними металами (рис. 5.10). Елементи I групи головної підгрупи є найбільш активними металами, вони реагують із водою, утворюючи водень і розчин лугу. Хімічне рівняння взаємодії натрію з водою має вигляд:

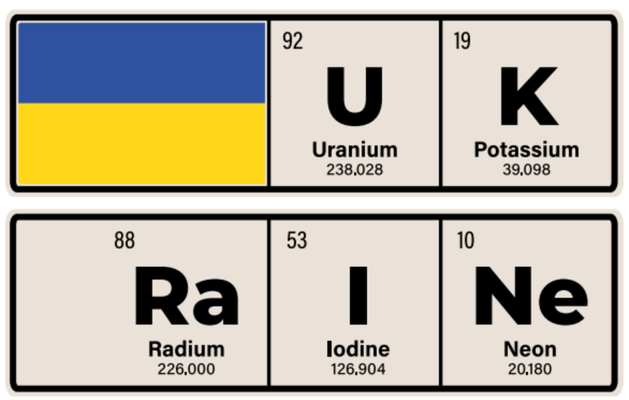


$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow$$



Лужні метали достатньо м'які, щоб їх можна було різати ножем, і мають дуже низьку температуру плавлення порівняно з іншими металами. Атоми лужноземельних елементів IIA групи мають по 2 електрони на останньому енергетичному рівні, тому лужноземельні елементи належать до активних металів. Галогени розміщені в VIIA групі, їх атоми містять по 7 електронів на останньому енергетичному рівні. Галогени є найактивнішими неметалами, для завершення зовнішнього енергетичного рівня під час реакцій вони приймають електрони.

Інертні елементи розміщені у VIIIA групі, мають завершену електронну оболонку (8 електронів на останньому енергетичному рівні). Через стабільну електронну конфігурацію благородні гази, утворені атомами інертних елементів, мають низьку реакційну здатність. Періоди починаються лужними металами, а закінчуються інертними елементами, зліва направо по періоду металічні властивості (здатність віддавати електрони) послаблюються, неметалічні (здатність приєднувати електрони) — посилюються.





Попрактикуйтеся

3 Скориставшись додатковими джерелами інформації, наведіть приклади застосування лужних металів, галогенів та інертних газів у повсякденному житті.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Порівняйте розміщення електронів у атомах Гідрогену й Кальцію. Що спільного й відмінного?

5 Розгляньте рис. 5.11. Лужні та лужноземельні метали належать до s-елементів, оскільки електрони їх останніх енергетичних рівнів перебувають на s-орбіталях. Об'єднайтеся в пари та сформулюйте визначення p-, d- та f-елементів та знайдіть їх у періодичній таблиці.

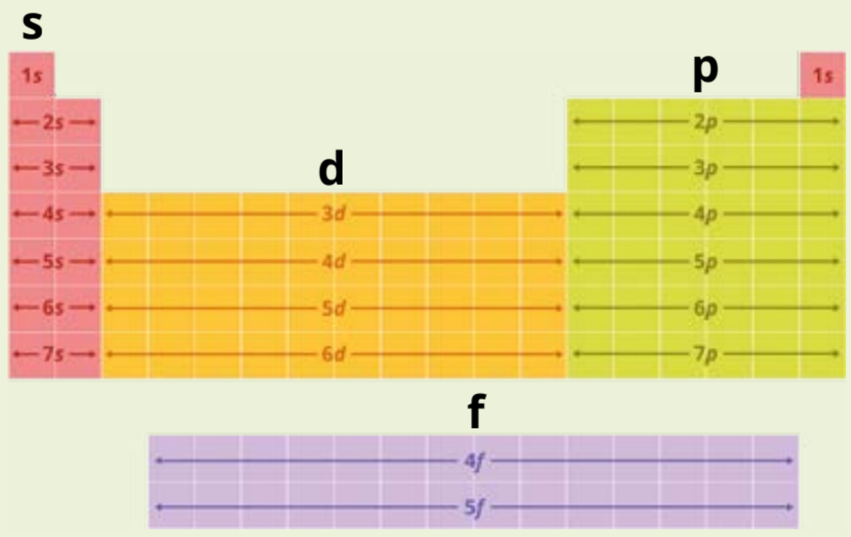


Рис. 5.11. Розміщення s-, p-, d-, f-елементів у періодичній таблиці

Закономірності зміни властивостей хімічних елементів

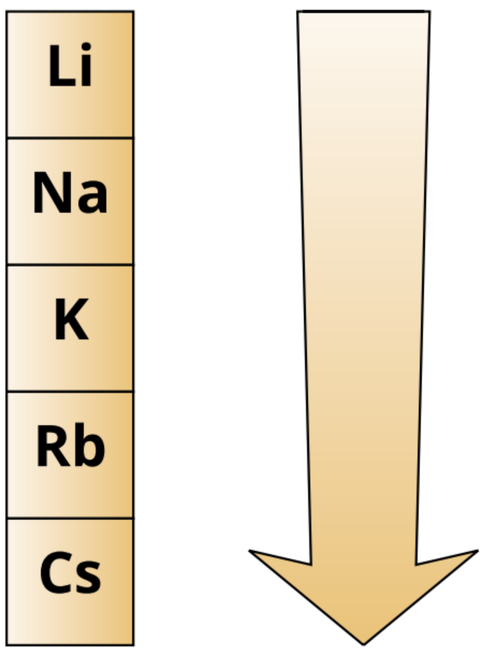


Рис. 5.12. Зверху вниз по групі реакційна здатність елементів зростає

Розуміння тенденцій та закономірностей у періодичній системі допомагає науковцям та науковицям пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів однієї або різних груп. Наприклад, зверху вниз по I-й групі періодичної таблиці лужні метали розміщені в порядку їх реакційної здатності від найменш активних до найбільш активних (рис. 5.12). Взаємодія кожного лужного металу з водою викликає утворення газоподібного водню та виділення тепла (рис. 5.13).

- Літій повільно реагує з водою, тому виділяється мала кількість бульбашок водню.
- Натрій реагує швидше.
- Під час реакції калію з водою швидко виділяється водень, що спалахує від тепла реакції.
- Рубідій та цезій вибухонебезпечно реагують із водою.

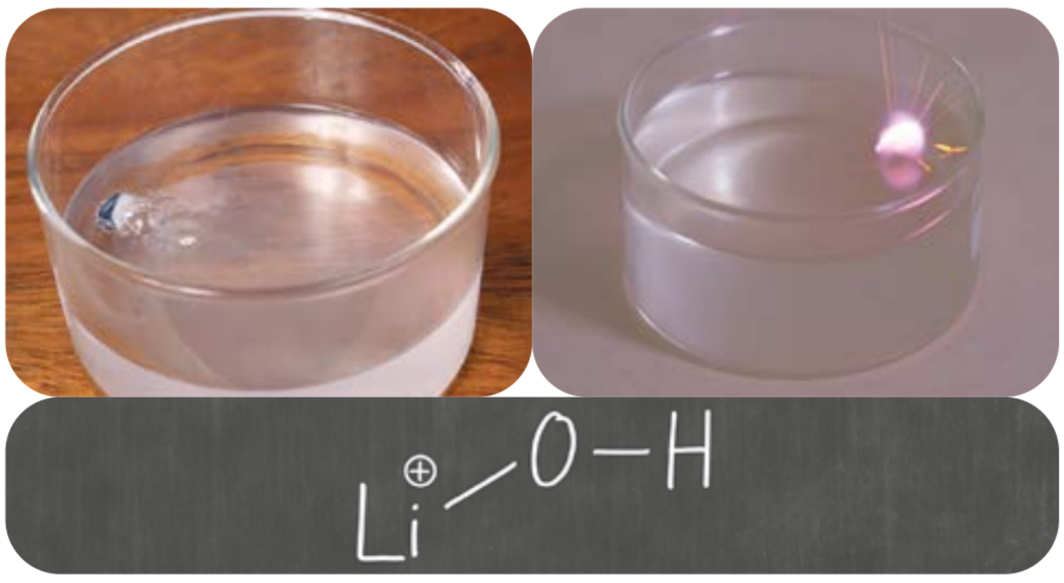


Рис. 5.13. Взаємодія літію з водою (ліворуч) та калію з водою (праворуч)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

6* Для підвищення врожайності фермери та фермерки використовують калійні добрива. Поясніть, як електронна будова Калію пов'язана з його значенням у рості рослин.

7* Компанія розробляє акумулятори для електромобілів. Поясніть, чому Літій підходить для виготовлення акумуляторів, ураховуючи його електронну будову.



Завдання 5.2. Тенденції зміни фізичних властивостей

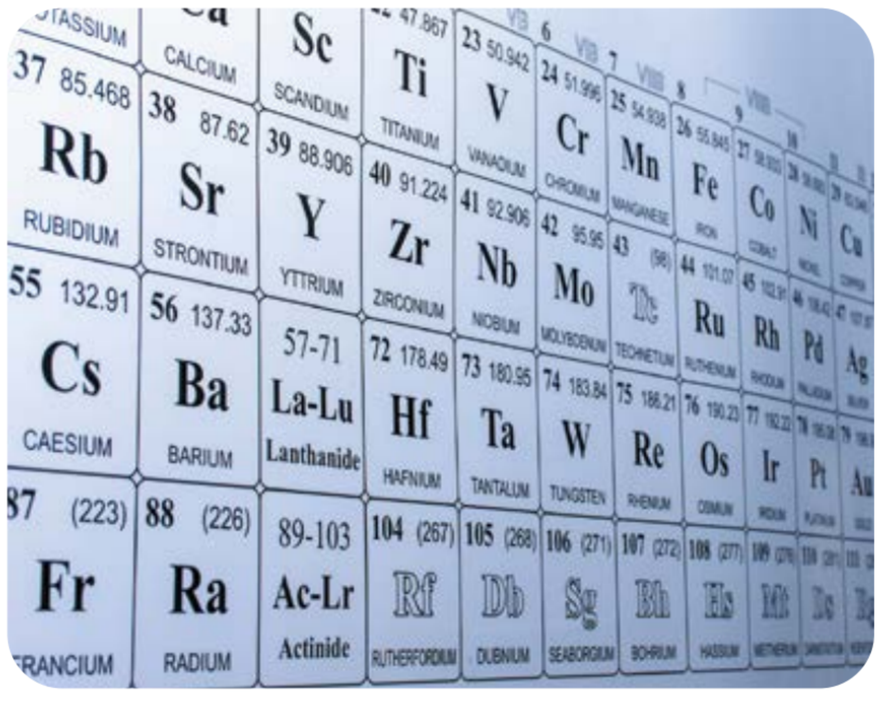
Проаналізуйте подані в таблиці нижче температури плавлення простих речовин, утворених атомами хімічних елементів I групи.

Речовина	Температура плавлення (°C)
Літій	181
Натрій	98
Калій	64
Рубідій	
Цезій	28



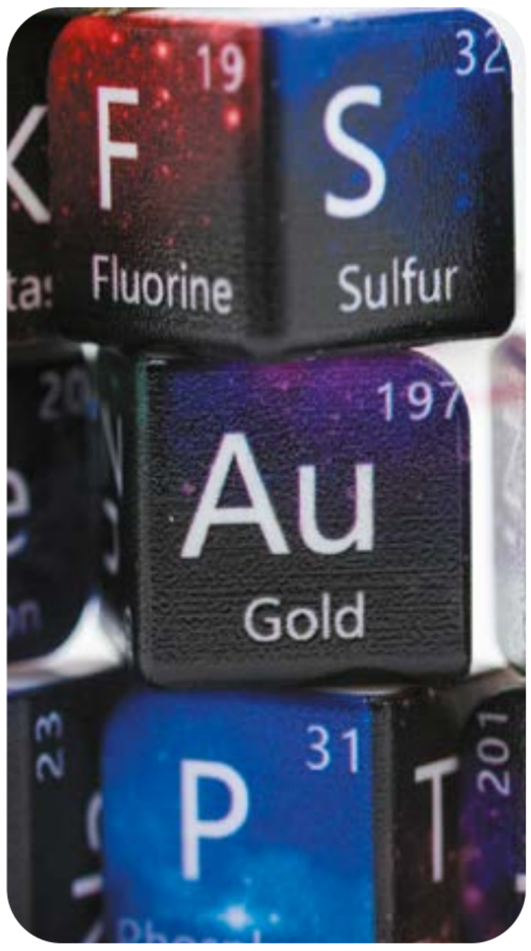
1. Побудуйте графік для відображення наведених даних.
2. Опишіть тенденцію зміни температури плавлення хімічних елементів I групи періодичної таблиці.
3. Спрогнозуйте температуру плавлення рубідію. Відповідь обґрунтуйте.

Наука в дії. Масштабність періодичної таблиці



Періодична таблиця — це наукова система, що продовжує розширюватися. Сучасні дослідження надважких елементів здійснюють міжнародні команди науковців та науковиць, зокрема дослідники та дослідниці лабораторій Дармштадта (Німеччина) та Ліверморa (США). Їхня робота доводить, що Періодична таблиця й надалі залишається інструментом розвитку сучасної науки й технологій.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Найбільша періодична таблиця у світі встановлена на стінах хімічного факультету Університету Мурсії в Іспанії. Інсталяція площею близько 150 м² складається зі 118 металевих плит розміром 75 × 75 см, кожна з яких представляє окремий хімічний елемент. Періодичну таблицю хімічних елементів не раз пробували відтворити в гігантському форматі. У 2006 році в Центрі Річарда Дж. Дейлі в Чикаго (США) тимчасово була організована восьмиповерхова періодична таблиця, виконана за допомогою плакатів. У 2016 році понад 100 шкіл у Сан-Антоніо зібрали періодичну таблицю площею понад 2000 м², уклавши хімічні елементи розміром 3,5 × 4,5 м на стадіоні.

Підсумки

- Атом складається з ядра та електронних оболонок, що мають енергетичні рівні й орбіталі.
- Будова електронних оболонок атомів впливає на фізичні та хімічні властивості речовин.
- Чим вищий запас енергії електрона, тим далі він перебуває від ядра атома.
- Елементи однієї групи мають подібні властивості, бо мають однакову кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні.
- Реакційна здатність лужних металів зростає в групі зверху вниз.

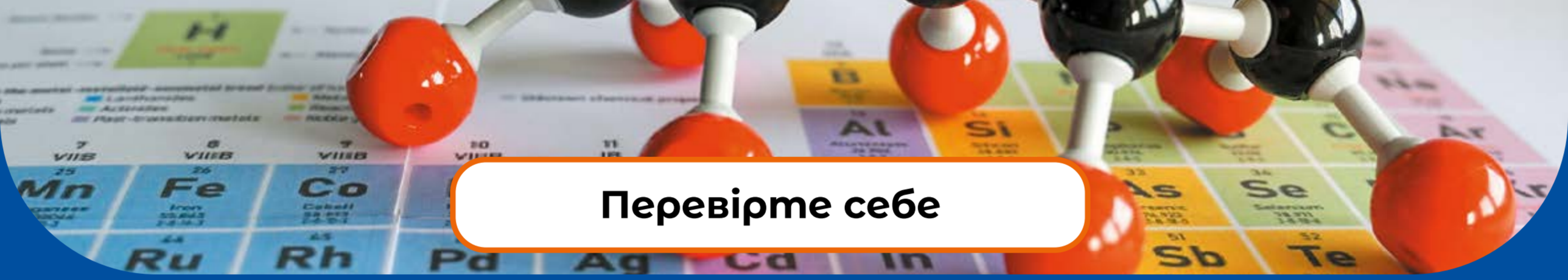
Ключові поняття

Електронна оболонка, енергетичний рівень, орбіталь, група, період, лужні метали, лужноземельні метали, галогени, інертні елементи.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу класифікувати хімічні елементи за їхнім розміщенням у періодичній таблиці та будовою електронних оболонок атомів.
- ☑ Я можу порівняти електронні оболонки атомів різних хімічних елементів.
- ☑ Я можу прогнозувати фізичні та хімічні властивості простих речовин за розміщенням у періодичній таблиці хімічних елемементів, з атомів яких вони утворені.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Укажіть, що відповідає номеру періоду, у якому розміщений хімічний елемент у періодичній таблиці.

А кількість протонів у ядрі атома;

Б кількість енергетичних рівнів;

В кількість електронів на зовнішньому енергетичному рівні;

Г кількість орбіталей.

2. Визначте хімічний елемент, атом якого має два електрони на зовнішньому енергетичному рівні.



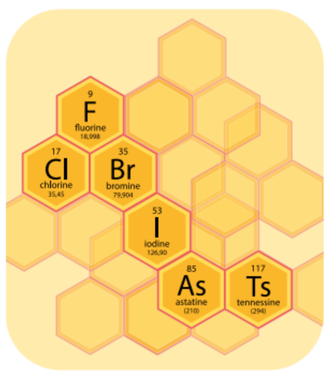
А Літій;

Б Калій;

В Кальцій;

Г Алюміній.

3. Виберіть правильне твердження щодо галогенів.



А Мають один електрон на зовнішньому енергетичному рівні.

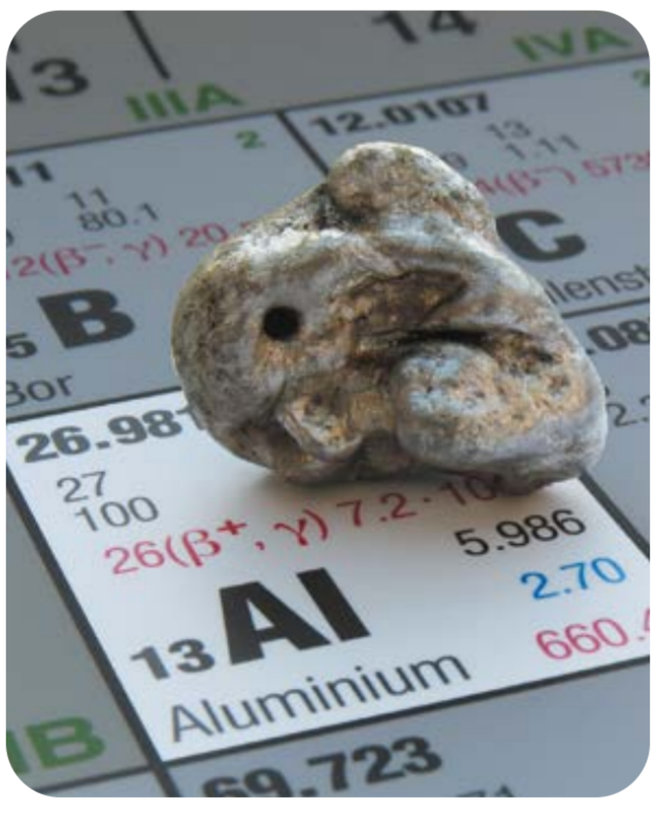
Б Мають завершену електронну оболонку.

В Мають два електрони на зовнішньому енергетичному рівні.

Г Мають сім електронів на зовнішньому енергетичному рівні.

4. Зі збільшенням порядкового номера елемента в періоді та групі змінюється реакційна здатність речовин, утворених його атомами. Поясніть, яким чином це відбувається.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



5. Алюміній у періодичній таблиці має атомний номер 13 і масове число 27.

а) З'ясуйте, скільки електронів, протонів і нейтронів містить атом Алюмінію.

б) Визначте період і групу, у яких Алюміній розміщений у періодичній таблиці, поясніть, як це впливає на будову електронних оболонок його атомів.

в) Намалюйте схему атома Алюмінію, зобразивши електрони на енергетичних рівнях.

6. Обґрунтуйте, чому Флуор — найактивніший серед галогенів, а Францій — серед лужних елементів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



7. Знайдіть у періодичній таблиці хімічних елементів приклади:

а) р-елементів;

б) елементів із 2 енергетичними рівнями;

в) елементів із завершеною електронною оболонкою.

8. Порівняйте будову атомів Оксигену та Магнію: скільки протонів, нейтронів та електронів у кожному?

III. Проводжу дослідження природи

9. Проаналізуйте подані в таблиці нижче температури кипіння інертних газів.

Речовина	Температура кипіння (°С)
Гелій	–272
Неон	–249
Аргон	–189
Криптон	
Ксенон	–112
Радон	–71



а) Побудуйте графік для відображення наведених даних.

б) Опишіть тенденцію зміни температури кипіння інертних газів.

в) Спрогнозуйте температуру плавлення криптону.

10. Схарактеризуйте особливості взаємодії літію, натрію та калію з розведеною хлоридною кислотою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

6

Розділ 6.
Хімічний зв’язок і будова речовини

Властивості речовин, з яких складається все навколо нас — від хмарочосів і смартфонів до літаків і автомобілів — залежать від розміщення молекул, атомів і йонів та зв’язків між ними. Розуміння природи хімічних зв’язків і закономірностей будови речовин дає змогу створювати матеріали з потрібними властивостями.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що таке хімічний зв’язок і як він утворюється між молекулами, атомами, йонами;
- про типи хімічних зв’язків на основі електронегативності хімічних елементів;
- про зв’язок між будовою кристалічних ґраток і фізичними властивостями речовин.

У цьому розділі ви навчитеся:

- визначати типи хімічних зв’язків і пояснювати їх природу;
- класифікувати кристалічні ґратки (йонні, атомні, молекулярні, металічні);
- установлювати причиново-наслідкові зв’язки між будовою речовини та її властивостями.

rnk.com.ua/112098

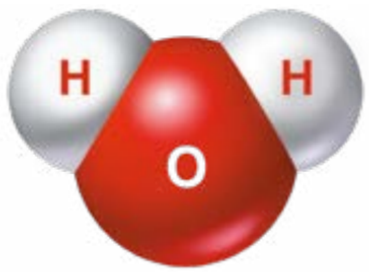
Будете навчатися:

- пояснювати, що таке електронегативність і як вона впливає на тип хімічного зв’язку;
- класифікувати хімічні зв’язки (ковалентний, йонний, металічний) та описувати, як вони утворюються;
- моделювати утворення хімічних зв’язків.

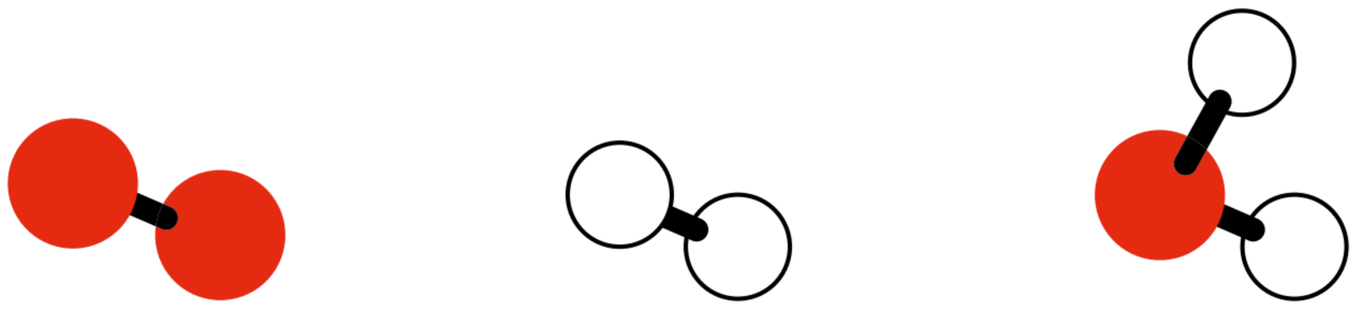
Хімічний зв’язок



Речовини складаються з атомів, які можуть об’єднуватися в молекули, або йонів. Розміщення та тип зв’язків між частинками впливають на фізичні й хімічні властивості речовин. Молекули є найменшими частинками речовини, які зберігають її хімічні властивості та складаються з двох або більше атомів, з’єднаних хімічними зв’язками. **Хімічний зв’язок** — це взаємодія атомів, яка утворює та утримує разом молекули, йони й кристалічні структури.



Молекули простих речовин складаються з атомів одного хімічного елемента (наприклад, атоми Оксигену в кисні O_2). Молекули складних речовин утворені атомами різних елементів (наприклад, атоми Гідрогену та Оксигену у воді H_2O) (рис. 6.1).



кисень O_2 водень H_2 вода H_2O

Рис. 6.1. Молекули кисню, водню і води

Природа хімічного зв’язку



Атоми хімічних елементів об’єднуються між собою завдяки силам взаємодії їхніх зовнішніх електронів. Саме ці сили називають **хімічним зв’язком**. У його основі — прагнення кожного атома до стійкого електронного стану, подібного до конфігурації інертних елементів із повністю заповненою зовнішньою оболонкою (октетом електронів).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Атоми досягають завершеної будови зовнішніх енергетичних рівнів трьома способами:



- утворюючи спільні електронні пари;
- віддаючи електрони;
- приєднуючи електрони.

Утворення молекули супроводжується зниженням загальної енергії порівняно з сумою енергій окремих атомів, і саме прагнення системи до більш стабільного, менш енергетично витратного стану є чинником виникнення хімічного зв'язку.

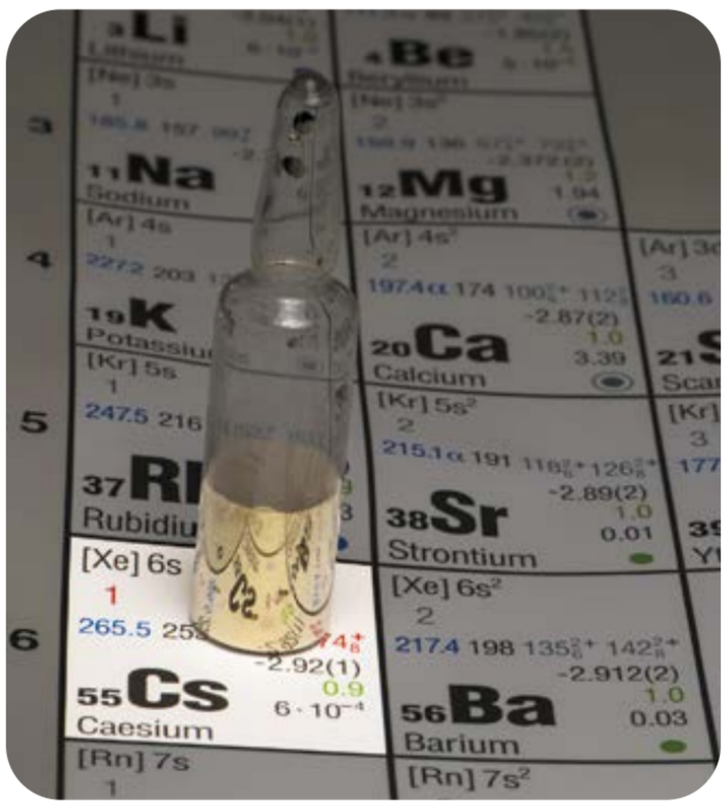
Попрактикуйтеся

1. Що називають хімічним зв'язком і які саме сили між атомами його утворюють?
2. Визначте, як прагнення до менш енергетично витратного стану пояснює виникнення хімічного зв'язку.



Електронегативність хімічних елементів

Основною величиною, що визначає характер об'єднання атомів у молекули, є електронегативність.



Електронегативність — це здатність атомів хімічного елемента притягувати до себе спільні електронні пари, які беруть участь в утворенні хімічного зв'язку. Атоми неметалічних елементів характеризуються високою електронегативністю, атоми металічних мають відносно низькі її значення. Відносна різниця електронегативностей двох атомів дозволяє передбачити тип зв'язку між ними. У періодичній таблиці електронегативність атомів хімічних елементів змінюється за певними закономірностями (рис. 6.2).

Попрактикуйтеся

3. Визначте закономірності, які спостерігаються для електронегативностей хімічних елементів у межах одного періоду; у межах однієї групи.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

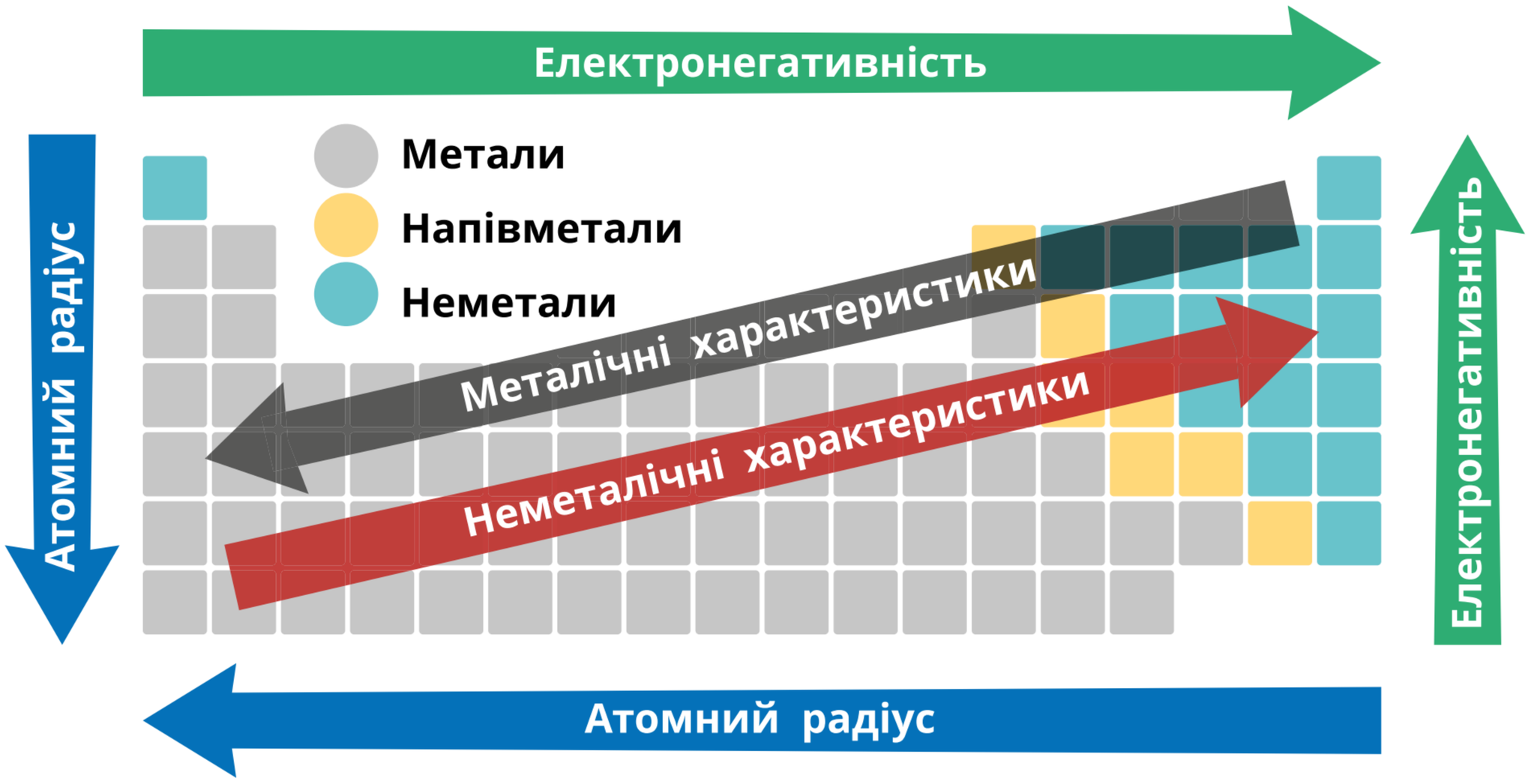


Рис. 6.2. У періодичній таблиці електронегативність змінюється за певними закономірностями

Класифікація хімічних зв’язків

У речовинах розрізняють кілька типів хімічного зв’язку, залежно від способу взаємодії атомів і природи елементів, що утворюють речовину. Основними є **ковалентний** та **йонний**.



Ковалентний зв’язок виникає між атомами неметалічних елементів, коли вони спільно утворюють електронну пару. У результаті формується молекула, в якій електрони належать обом атомам одночасно.

Ковалентний зв’язок виникає внаслідок електростатичного притягання між позитивно зарядженими ядрами атомів і спільною парою негативно заряджених електронів, що утримує атоми разом і забезпечує високу міцність зв’язку (рис. 6.3).

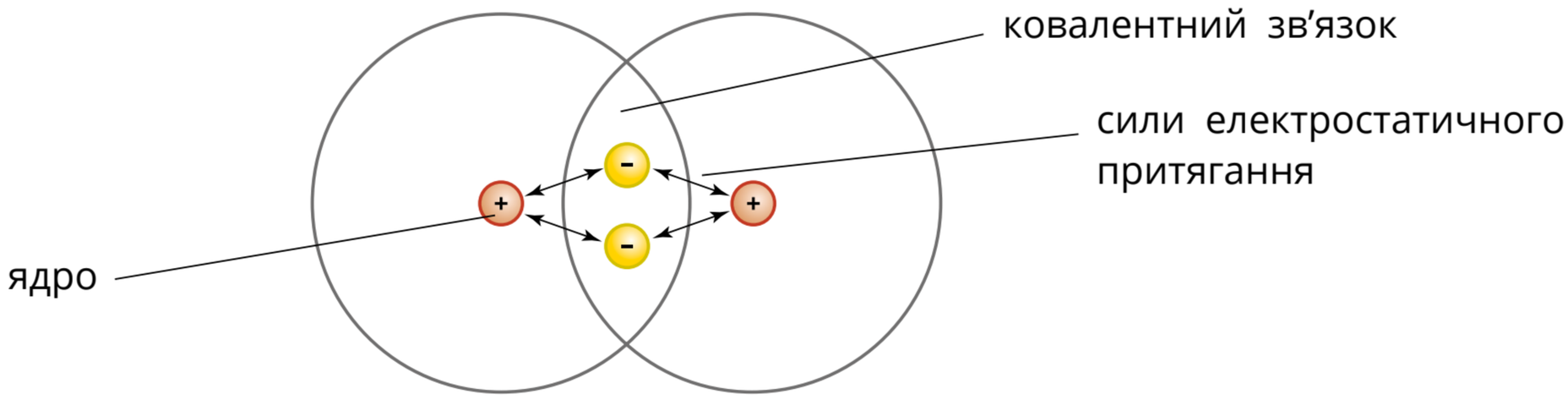


Рис. 6.3. Ковалентний зв’язок утворюється тому, що між позитивно й негативно зарядженими частинками виникає електростатичне притягання

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Ковалентний зв’язок може бути неполярним і полярним. Речовини з таким типом зв’язку можуть бути газами, рідинами або твердими.

Ковалентний зв’язок

Неполярний	Полярний
між однаковими атомами, наприклад, H_2, O_2	між різними атомами, наприклад, HCl, H_2O

Попрактикуйтеся

4* Розгляньте рис. 6.4. Молекула ДНК складається з двох ланцюгів, з’єднаних між собою водневими зв’язками. Ці зв’язки слабші за ковалентні, тому ланцюги можуть роз’єднуватися під час реплікації.

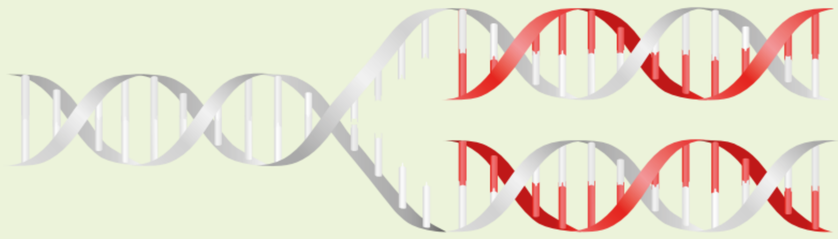


Рис. 6.4. Реплікація (самовідтворення) молекули ДНК

Самі ланцюги побудовані з нуклеотидів, пов’язаних міцними ковалентними зв’язками. Поміркуйте, чому в ДНК важливо, щоб нуклеотиди з’єднувалися ковалентними зв’язками, а ланцюги — водневими? Поясніть це за допомогою прикладу з функцій ДНК у клітині.

Ковалентний зв’язок зручно зображати за допомогою **схеми «точка-хрестик»**, у якій електрони одного атома позначають точками, а іншого — хрестиками (рис. 6.5). Такий підхід дає змогу чітко розуміти, які саме електрони атоми надають для утворення хімічного зв’язку.

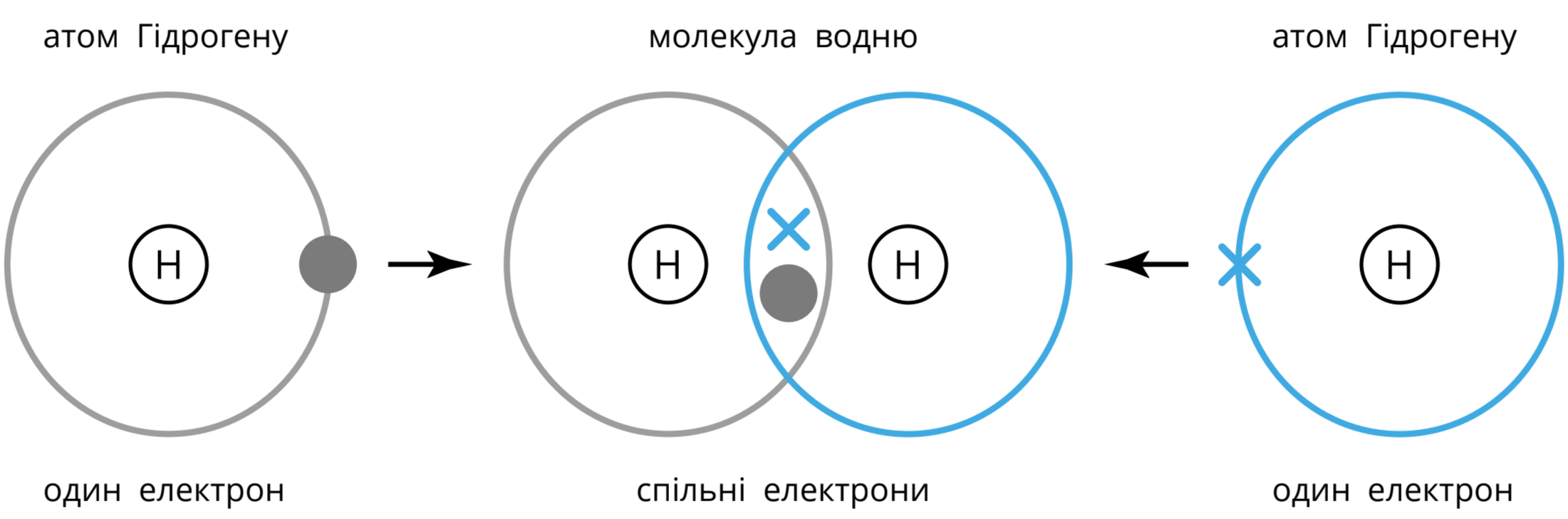


Рис. 6.5. Схема «точка-хрестик», у якій електрони одного атома позначають точками, а іншого — хрестиками

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 6.1. Моделювання зв’язків між атомами

Зобразіть ковалентні зв’язки в моделях «точка-хрестик». Працюйте в парах і побудуйте схеми для таких молекул.



1. Cl_2: позначте 7 електронів одного атома точками, другого — хрестиками. Спільна пара показує ковалентний зв’язок, кожен атом прагне мати 8 електронів.
2. HCl: 1 електрон Гідрогену (точка) і 7 електронів Хлору (хрестики). Покажіть спільну пару.
3. H_2O: 6 електронів Оксигену (хрестики) та по 1 електрону від кожного Гідрогену (точки). Позначте дві спільні пари.
4. Оцініть переваги й недоліки моделі «точка-хрестик».

Йонний зв’язок

Атом має однакову кількість позитивно заряджених протонів і негативно заряджених електронів, тому загалом він електронейтральний. Під час хімічних реакцій атоми можуть віддавати або приєднувати електрони з зовнішньої оболонки, утворюючи заряджені частинки — **йони**. Коли метал реагує з неметалом, відбувається передавання електронів від атома металічного елемента до атома неметалічного елемента. Атоми металічних елементів зазвичай віддають електрони й стають позитивно зарядженими йонами (катіонами), а атоми неметалічних елементів приєднують електрони й утворюють негативно заряджені йони (аніони). У результаті кожен атом досягає стабільної електронної конфігурації з завершеною зовнішньою оболонкою (рис. 6.6).

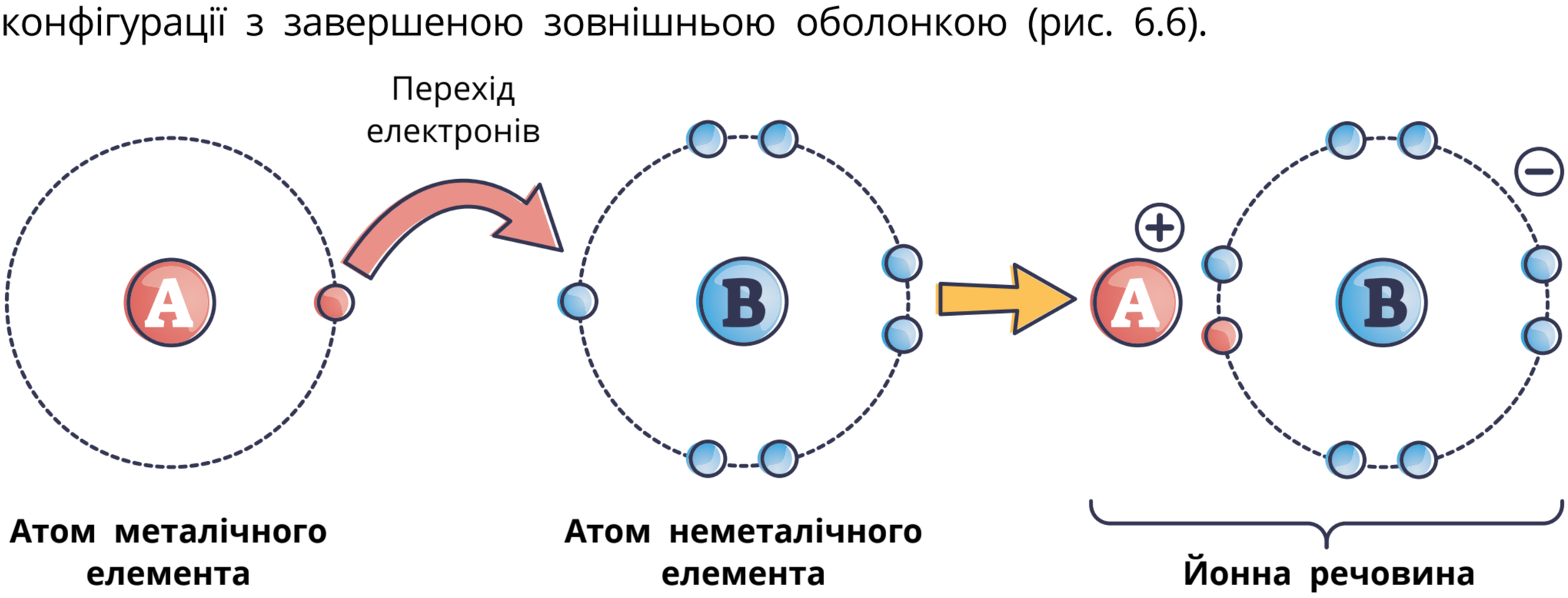


Рис. 6.6. Схема утворення йонного зв’язку

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

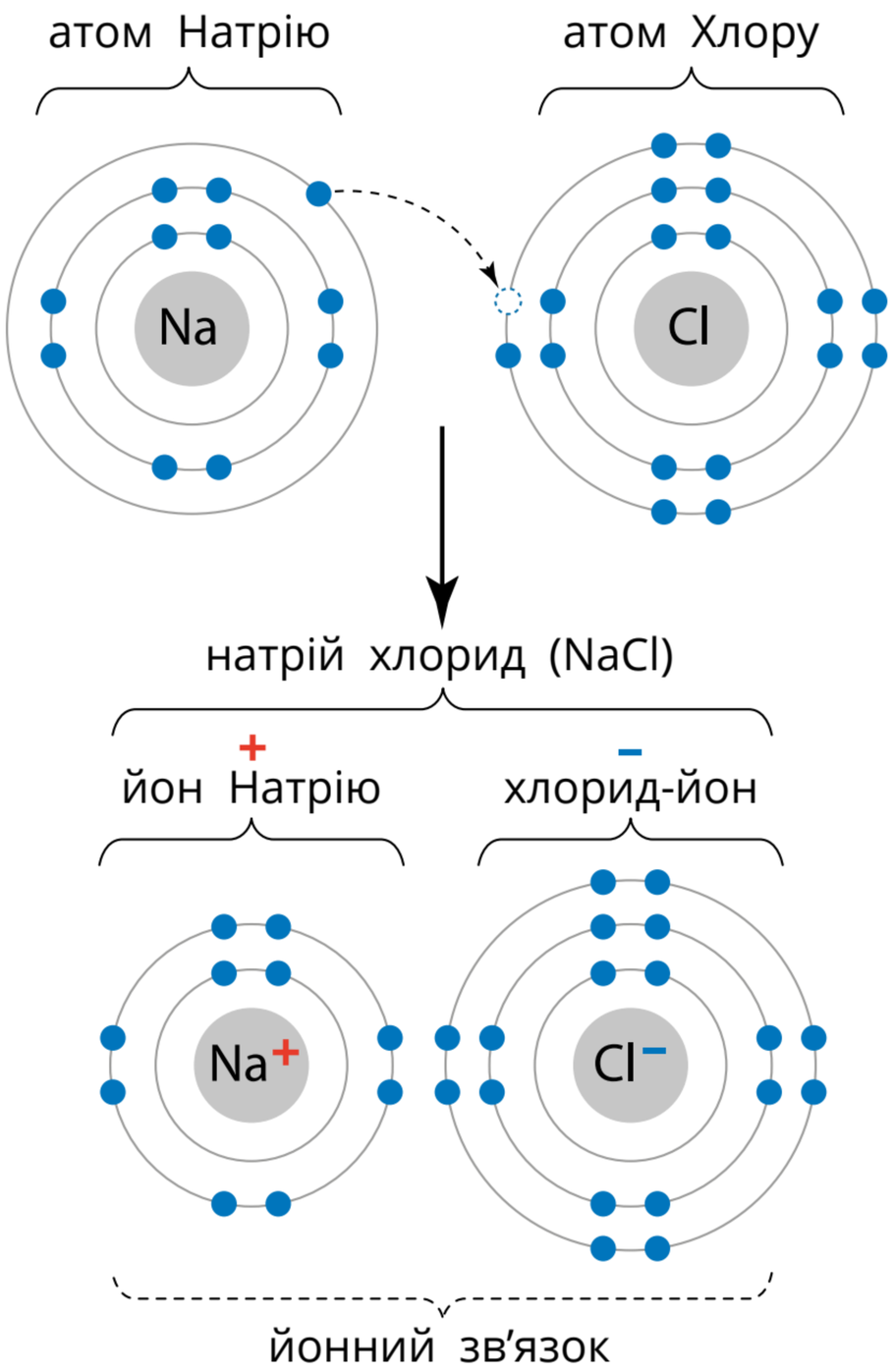


Рис. 6.7. Йонний зв'язок виникає між протилежно зарядженими йонами внаслідок сильного електростатичного притягання, яке утримує їх разом

Атом Натрію має один електрон на зовнішній оболонці, а атом Хлору — сім. Під час реакції Натрій віддає свій електрон Хлору, утворюючи катіон Na^+ і хлорид-йон Cl^- (рис. 6.7). Обидва йони отримують завершені зовнішні оболонки, що робить сполуку стабільною.

Попрактикуйтеся

5 Натрій має порядковий номер 11 у періодичній таблиці. За рис. 6.7 визначте:

а) чому атом Натрію є електронейтральним, тобто не має заряду;

б) яким чином під час реакції з Натрієм атоми Хлору перетворюються на хлорид-йони?

6 Намалюйте схему, щоб показати, як атом Магнію взаємодіє з атомом Оксигену з утворенням магній оксиду (MgO). Який заряд має кожен із йонів в утвореній речовині?

Металічний зв'язок

Це зв'язок у металах і їхніх сплавах, за якого позитивні йони металів занурені в «електронний газ» вільних електронів. Саме рухливість цих електронів зумовлює характерні властивості металів: електропровідність, теплопровідність, пластичність і металічний блиск.

Наука в дії. Шкала електронегативностей Полінга



Рис. 6.8. Лайнус Полінг

Лайнус Полінг — американський фізик, квантовий хімік і біохімік, який зробив визначальний внесок у розуміння природи хімічного зв'язку (рис. 6.8). Одним із його найвідоміших досягнень є створення **шкали електронегативностей Полінга** (рис. 6.9), яка кількісно описує здатність атомів притягувати електрони в хімічних зв'язках.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

H 2,1																He
Li 1,0	Be 1,6											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	Kr
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	Xe
Cs 0,7	Ba 0,9	La 1,0	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,1	Rn



Рис. 6.9. Шкала електронегативностей Полінга

Шкала Полінга стала основою для сучасної теорії хімічного зв'язку й широко використовується в хімії, біології та матеріалознавстві. Інна Сейфулліна першою в Україні дослідила координаційні сполуки, під її керівництвом створено понад 200 нових сполук металів, важливих для медицини, електроніки й сенсорних приладів.



Рис. 6.10. Інна Сейфулліна

Підсумки

- Хімічний зв'язок — взаємодія атомів, що утворює й утримує молекули та йони.
- Електронегативність — здатність атома притягувати спільні електронні пари.
- Ковалентний зв'язок виникає під час утворення спільних електронних пар.
- Йонний зв'язок ґрунтується на притяганні позитивно та негативно заряджених йонів.

Ключові поняття

Хімічний зв'язок, електронегативність, йони, ковалентний зв'язок, йонний зв'язок.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу пояснити утворення ковалентних і йонних зв'язків.
- ☑ Я можу моделювати схеми «точка-хрестик».
- ☑ Я можу навести приклади речовин із йонним і ковалентним зв'язками.

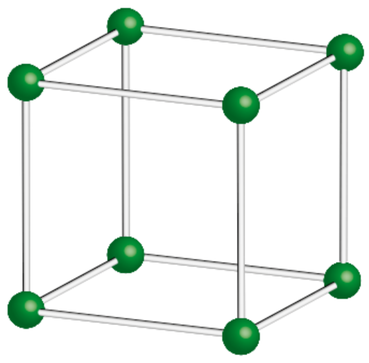
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

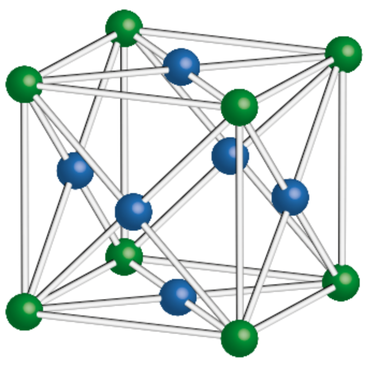
rnk.com.ua/112100

Кристалічні ґратки

Будете навчатися:

- з’ясовувати, як тип кристалічної ґратки речовини впливає на її фізичні властивості;
- класифікувати речовини за їхньою будовою, спираючись на спостереження та експериментальні дані;
- прогнозувати властивості речовин на основі знань про їхню будову.





Кристалічні ґратки

Багато речовин у твердому стані мають впорядковану структуру — їхні частинки розташовані в просторі за певним порядком, утворюючи кристалічні ґратки. Типи частинок і сили, що діють між ними, визначають фізичні властивості речовин, як-от твердість, теплопровідність, температуру плавлення, розчинність, електропровідність та інші. Тип кристалічної ґратки залежить від того, які частинки її утворюють (атоми, йони чи молекули) та які зв’язки діють між ними.

Типи кристалічних ґраток

йонні · **атомні** · **металічні** · **молекулярні**

Йонні кристалічні ґратки

Натрій хлорид (NaCl) є прикладом речовини з йонним типом кристалічної ґратки (рис. 6.11). У вузлах NaCl чергуються позитивно заряджені йони Натрію (Na^+) та негативно заряджені йони Хлору (Cl^-), які утримуються разом завдяки сильному електростатичному притяганню.

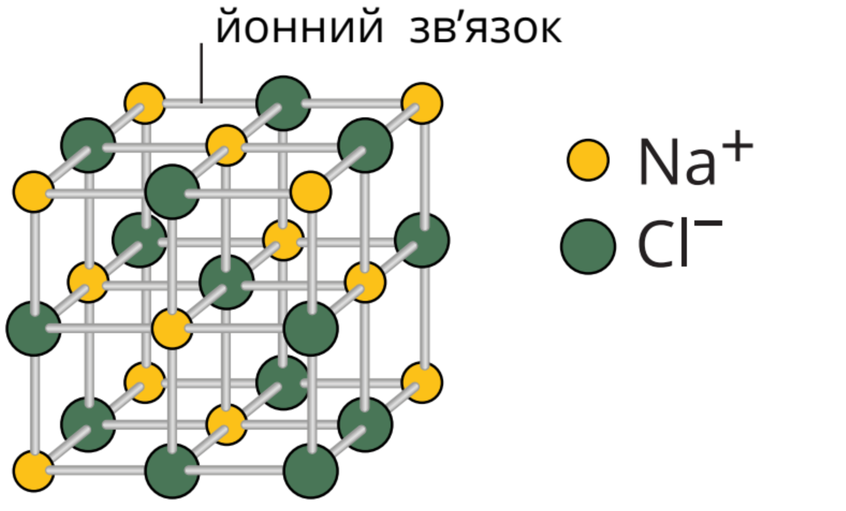
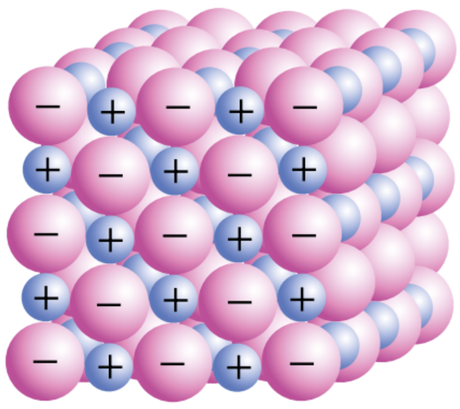


Рис. 6.11. Йонна кристалічна ґратка натрій хлориду

Такий тип зв’язку формує тривимірну впорядковану структуру, що зумовлює характерні фізичні властивості натрій хлориду: твердість, крихкість, високі температури плавлення й кипіння. Ця речовина добре розчиняється у воді й проводить електричний струм у водному розчині або в розплаві.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Речовини з йонним типом зв’язку поширені в природі й застосовуються в будівництві та техніці. Йонні сполуки мають важливе біологічне значення як для тварин, так і для рослин: у тварин вони беруть участь у передаванні нервових імпульсів, скороченні м’язів і підтриманні водно-сольового балансу; у рослин же йони — зокрема Калію, Фосфору, Магнію та нітрат-йони — необхідні для фотосинтезу та росту.

Попрактикуйтеся

1. Поясніть, чому речовини з йонними кристалічними ґратками зазвичай мають велику твердість. Як це пов’язано з їхньою будовою?
2. Обґрунтуйте, що відбувається, коли речовини з йонними кристалічними ґратками змінюють свій агрегатний стан на рідкий. Як це впливає на рух йонів?
3. Проаналізуйте, чому йонні сполуки не проводять електричний струм у твердому стані, але проводять у розчині.

Атомні кристалічні ґратки



Алмаз — це проста речовина, що складається лише з атомів Карбону (C). Кожен атом утворює чотири міцні ковалентні зв’язки з сусідніми атомами, формуючи тривимірну просторову структуру (рис. 6.12). Це є прикладом **атомної кристалічної ґратки**, у вузлах якої розміщені окремі атоми.

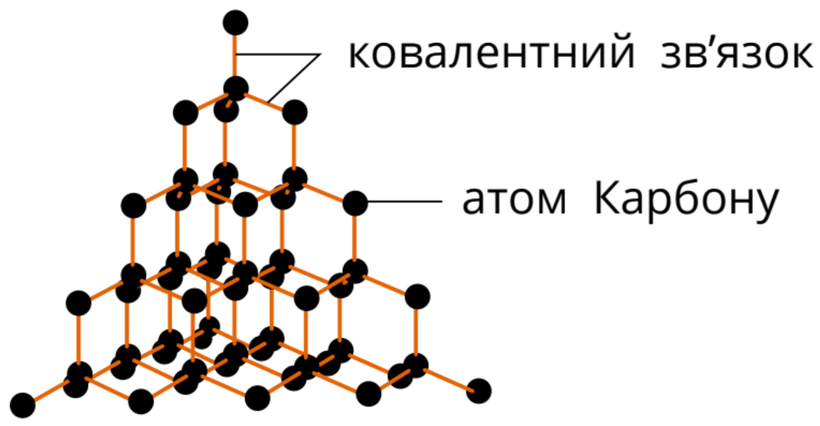


Рис. 6.12. Атомна кристалічна ґратка алмазу

Атомний тип ґратки зумовлює унікальні фізичні властивості алмазу: це найтвердіша природна речовина, яка має дуже високу температуру плавлення, не розчиняється у воді та не проводить електричний струм. Атомну кристалічну ґратку мають такі речовини, як кремній (Si), кварц (SiO_2) та бор (B).



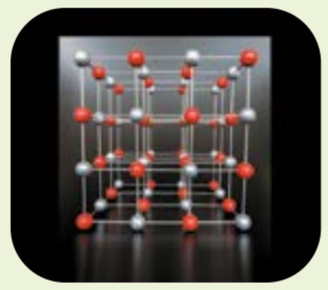
Ці речовини широко застосовуються: кремній — у виробництві мікросхем і сонячних панелей, кварц — у виготовленні скла, оптики та годинникових механізмів, бор — для синтезу надтвердих матеріалів і сплавів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Чому речовини з атомними кристалічними ґратками мають дуже високу твердість і температури плавлення?

5 Визначте, як структура атомної кристалічної ґратки впливає на розчинність речовини у воді?



Металічні кристалічні ґратки

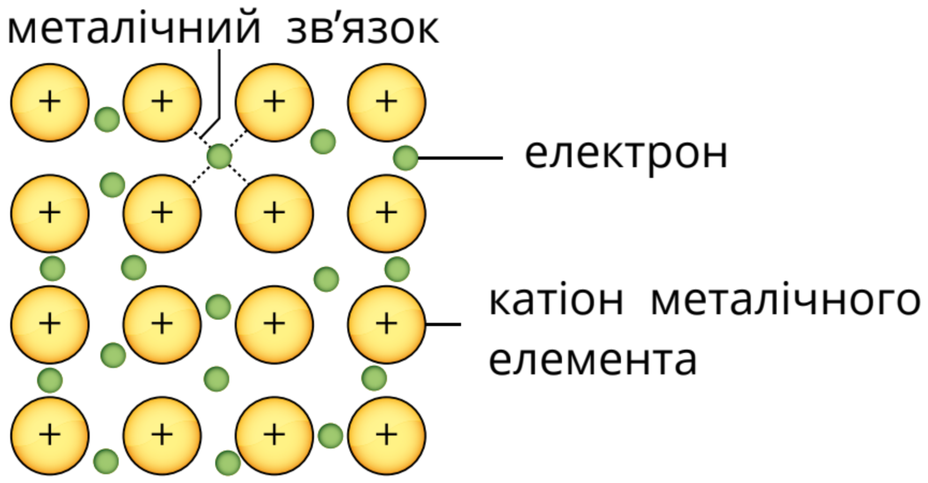


Рис. 6.13. Металічна кристалічна ґратка

Метали та сплави мають **металічну кристалічну ґратку**, у якій позитивно заряджені йони металічних елементів упорядковано розміщені у вузлах, а між ними вільно переміщуються електрони (рис. 6.13). Між йонами та електронами діє сильне електростатичне притягання, яке утримує всю структуру разом.

Завдяки такій кристалічній ґратці метали мають високу електро- і теплопровідність, твердість, блиск, пластичність, ковкість і високі температури плавлення. Метали широко використовуються в різних галузях: будівництві, електроніці, машинобудуванні.

Попрактикуйтеся

6 Поясніть, чому метали добре проводять електричний струм.

7 Поміркуйте, як відрізнити металічну кристалічну ґратку від йонної.

Молекулярні кристалічні ґратки

У вузлах молекулярних кристалічних граток містяться молекули, пов'язані між собою слабкими міжмолекулярними силами притягання. Усередині кожної молекули атоми з'єднані міцними ковалентними зв'язками. Такі речовини зазвичай є рідинами й газами та мають низькі температури плавлення й кипіння.

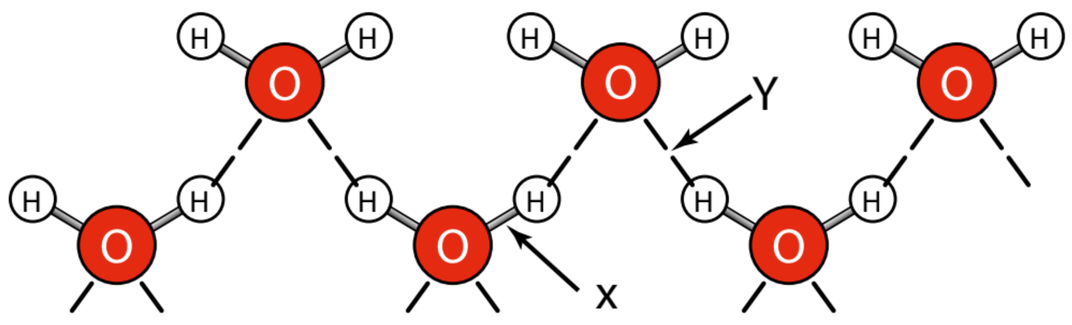


Рис. 6.14. Схема розташування молекул води у кристалі льоду: X — міцний ковалентний зв'язок між атомами всередині молекули, Y — слабке міжмолекулярне притягання між молекулами води (водневий зв'язок)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Прикладом є вода (H_2O) у твердому агрегатному стані. Молекули води утримуються разом слабкими силами притягання, тоді як усередині кожної молекули атоми пов'язані сильними ковалентними зв'язками (рис. 6.14).



На рис. 6.15 показано розміщення молекул води в стані пари. Під час плавлення льоду руйнуються лише слабкі сили притягання між молекулами, тоді як ковалентні зв'язки всередині молекул залишаються незмінними. Водневий зв'язок слабший за ковалентний або йонний, але також впливає на властивості речовин. Речовини з молекулярною будовою мають важливе значення в біохімічних процесах і сталому функціонуванні екосистем.

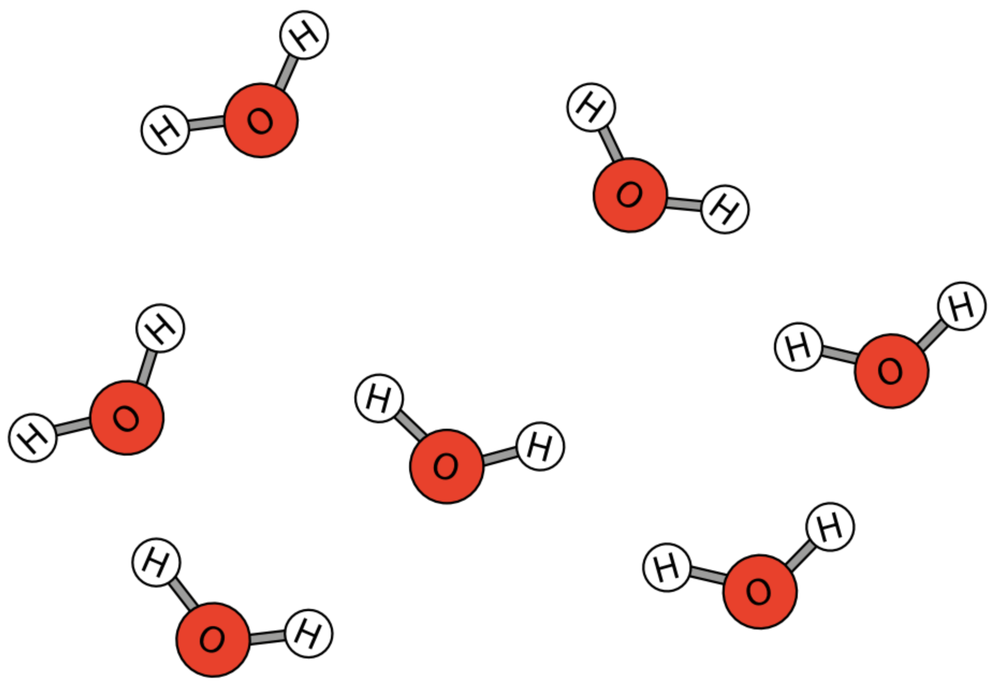


Рис. 6.15. Схема показує, як розміщені молекули води в газоподібному стані (парі)

Вода як універсальний розчинник забезпечує транспорт і обмін речовин, формує клімат і підтримує біорізноманіття на планеті. Глюкоза — головне джерело енергії в клітинах тварин. Вуглекислий газ необхідний для фотосинтезу й бере участь у колообігу Карбону, підтримуючи баланс органічних речовин в екосистемах.



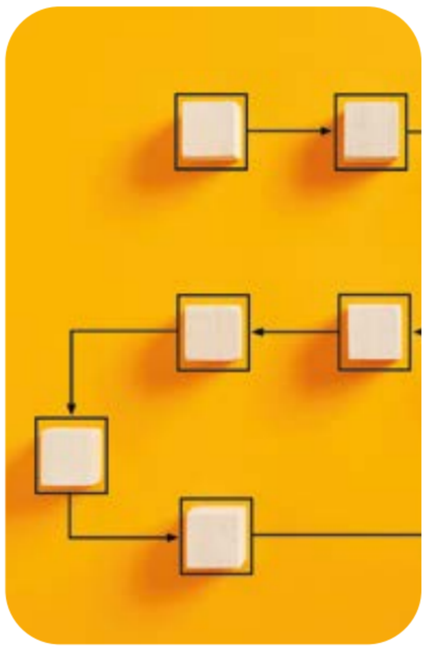
Завдання 6.2. Визначення будови речовин за властивостями

Науковиця дослідила чотири невідомі речовини й за результатами тестів використала дихотомічний ключ, щоб визначити їх за властивостями.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Речовина	Температура плавлення (°C)	Температура кипіння (°C)	Чи проводить електричний струм у твердому стані?	Чи проводить електричний струм, коли розплавляється?
А	2852	3600	Ні	Так
Б	1064	2700	Так	Так
В	1710	2230	Ні	Ні
Г	–7	59	Ні	Ні



1. Застосуйте дихотомічний ключ.

а) Визначте тип кристалічної ґратки речовини Б та обґрунтуйте вибір її властивостями.

б) Визначте тип кристалічної ґратки речовини Г та обґрунтуйте прикладами з таблиці.

в) Перевірте, чи підтверджують дані припущення, що йонні зв’язки міцніші за ковалентні в атомних ґратках.

г) Поясніть, чому наведених результатів недостатньо для однозначного висновку про силу зв’язків.

2. Складіть дихотомічний ключ для визначення типів кристалічних ґраток трьох невідомих речовин.

а) Розгляньте властивості трьох речовин, зазначені в таблиці. Відомо, що ці три речовини — це вуглекислий газ (CO_2), алмаз (C) і натрій хлорид (NaCl), але невідомо, яка з них позначена як Ґ, Д або Е.

б) Скористайтеся даними про фізичні властивості речовин у таблиці та розробіть власний дихотомічний ключ, який допоможе ідентифікувати кожну з цих речовин. Поясніть логіку міркувань.

Речовина	Стан при кімнатній температурі	Чи проводить речовина електричний струм?
Ґ	Твердий	Так
Д	Твердий	Ні
Е	Газ	Ні

Попрактикуйтеся

8 З’ясуйте, чому речовини з молекулярною будовою не проводять електричний струм та мають низькі температури плавлення й кипіння.

9* Проаналізуйте, чим молекулярна кристалічна ґратка відрізняється від атомної, йонної і металічної.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Застосування алмазу



Рис. 6.16. Алмазний верстат для свердління отворів у бетоні

Алмаз — не лише коштовний камінь, який високо цінують за красу в ювелірних виробах. Завдяки надзвичайній твердості його широко застосовують у промисловості та медицині. Зокрема, дрібні алмази використовують у гірничодобувній промисловості, обробці твердих матеріалів, а також у стоматології (рис. 6.16).

У 1961 році в Києві був заснований Інститут надтвердих матеріалів. Під керівництвом Валентина Бакуля — першого директора Інституту, 1961 року тут було синтезовано перші штучні алмази. До створення надтвердих матеріалів долучилася й Тетяна Пріхна (рис. 6.17), професорка, академік Національної академії наук України.



Рис. 6.17. Тетяна Пріхна

Підсумки

- Кристалічна ґратка — упорядковане розміщення частинок у твердих речовинах.
- Йонна ґратка — у вузлах містяться йони, які утримуються електростатичними силами.
- Атомна ґратка — вузли, утворені атомами, з'єднаними ковалентними зв'язками.
- Металічна ґратка — позитивні йони металів, оточені вільними електронами.
- Молекулярна ґратка — у вузлах молекули, пов'язані слабкими міжмолекулярними силами.

Ключові поняття

Йонні, атомні, молекулярні, металічні кристалічні ґратки, металічний зв'язок, водневий зв'язок.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу класифікувати речовини за типами кристалічних ґраток.
- ☑ Я можу пояснити залежність фізичних властивостей речовин від типу кристалічних ґраток.
- ☑ Я можу за фізичними властивостями речовини визначити тип кристалічної ґратки.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Головна відмінність йонного зв’язку від ковалентного:

А наявність спільних електронних пар;

Б утворення вільних електронів;

В передача електронів від одного атома до іншого;

Г поділ електронів між трьома атомами.

2. Яка властивість характерна для речовин із металічною кристалічною ґраткою?

А розчинність у воді;

Б крихкість;

В низька теплопровідність;

Г пластичність і електропровідність.

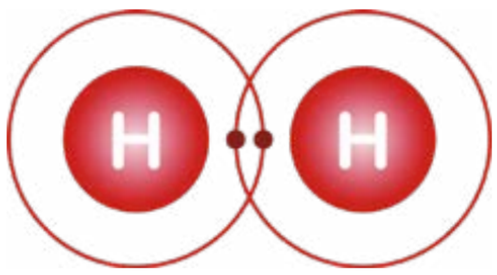
3. У чому полягає суть ковалентного зв’язку?

А електростатичне притягання частинок із протилежними зарядами;

Б взаємодія позитивних йонів із вільними електронами;

В притягання молекул одна до одної;

Г утворення спільних електронних пар.



4. Скористайтеся шкалою Полінга, щоб визначити, який із наведених хімічних елементів має найвищу електронегативність:

А Літій (Li);

Б Карбон (C);

В Нітроген (N);

Г Оксиген (O).

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



5. Зобразіть молекулу гідроген флуориду (HF) за допомогою схеми «точка-хрестик».

6. За шкалою Полінга порівняйте електронегативності наведених пар елементів і класифікуйте тип хімічного зв’язку між ними:

а) H та Cl;

б) K та Cl;

в) C та H;

г) Mg та O.

7. Побудуйте в зошиті та заповніть таблицю за зразком.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Тип кристалічної ґратки	Тип хімічного зв’язку	Механізм утворення
Йонна		
Атомна		
Металічна		
Молекулярна		

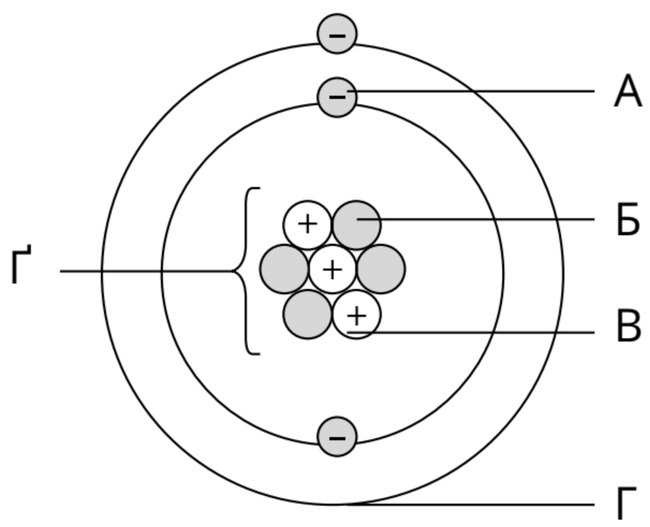
III. Проводжу дослідження природи



8. Складіть дихотомічний ключ із трьох питань для визначення типу кристалічної ґратки речовини на основі її електропровідності й температури плавлення.

9. Науковці та науковиці користуються моделями для ілюстрації внутрішньої будови атомів.

а) Розгляньте схему моделі атома Літію, де різні частини атома позначено літерами А, Б, В та Г. Визначте, яка частинка чи структура відповідає кожній літері, обираючи з наступних слів:



А Б В Г Ґ

електрон | енергетичний рівень | ядро | протон | нейтрон



б) Порядковий номер Натрію в періодичній таблиці — 11. Виходячи з будови зовнішніх оболонок атомів Літію та Натрію, поясніть, чому вони розміщені в одній групі періодичної таблиці хімічних елементів.

10. Чому інертні елементи майже не утворюють хімічних сполук? Поясніть це, опираючись на знання про хімічні зв’язки та будову атома.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

7

Розділ 7.
Хімічні реакції

Барвники, ліки, пластмаси та харчові консерванти — це лише деякі з багатьох продуктів, які можна отримати за допомогою хімічних реакцій. Щоб синтезувати потрібну речовину, хіміки та хімікині добирають відповідні реагенти, обладнання та методи, а також визначають оптимальні умови перебігу реакції.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про збереження маси в хімічних реакціях;
- як одержувати речовини за допомогою хімічних реакцій різних типів;
- про швидкість хімічної реакції.

У цьому розділі ви навчитеся:

- використовувати схеми та рівняння для опису хімічних реакцій;
- класифікувати хімічні реакції та прогнозувати їх продукти;
- описувати вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій.

rnk.com.ua/112336

Закон збереження маси речовин

Будете навчатися:

- пояснювати зміст закону збереження маси речовин;
- складати хімічні рівняння реакцій;
- обчислювати маси реагентів / продуктів реакції за законом збереження маси речовин.

Історичні уявлення про горіння

У XVII столітті науковці та науковиці вважали, що під час горіння речовина втрачає особливу субстанцію — флогістон, яку ототожнювали з полум'ям. Так сформувалася теорія флогістону. Її обґрунтування базувалося, зокрема, на спостереженні, що під час горіння деревного вугілля його маса зменшується, оскільки флогістон переходить у повітря (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Теорія флогістону стверджувала: чим більше флогістону міститься в речовині, тим легше вона спалахує та інтенсивніше горить

Попрактикуйтеся

1 Уявіть, що ви дослідник / дослідниця XVII століття й виявили, що при нагріванні на повітрі маса речовини збільшилася (рис. 7.2). Що могло б пояснити цей несподіваний результат?



Рис. 7.2. Під час горіння магнію його маса збільшується, тому що атоми Магнію з'єднуються з атомами Оксигену з кисню, утворюючи магній оксид, який важчий за вихідний метал

Закон збереження маси речовин



Рис. 7.3. Процес горіння вуглецю супроводжується виділенням теплоти та світла

Після появи сумнівів щодо правильності **теорії флогістону** та з розвитком уявлень про будову речовини стало зрозуміло, чому під час горіння маса деяких речовин зменшується, а інших — збільшується. Наприклад, при горінні вуглець реагує з киснем, утворюючи **вуглекислий газ** (рис. 7.3).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Реакцію речовин із киснем називають **горінням** або окисненням. Взаємодію вуглецю з достатньою кількістю кисню можна подати у вигляді текстової та графічної схем (рис. 7.4).

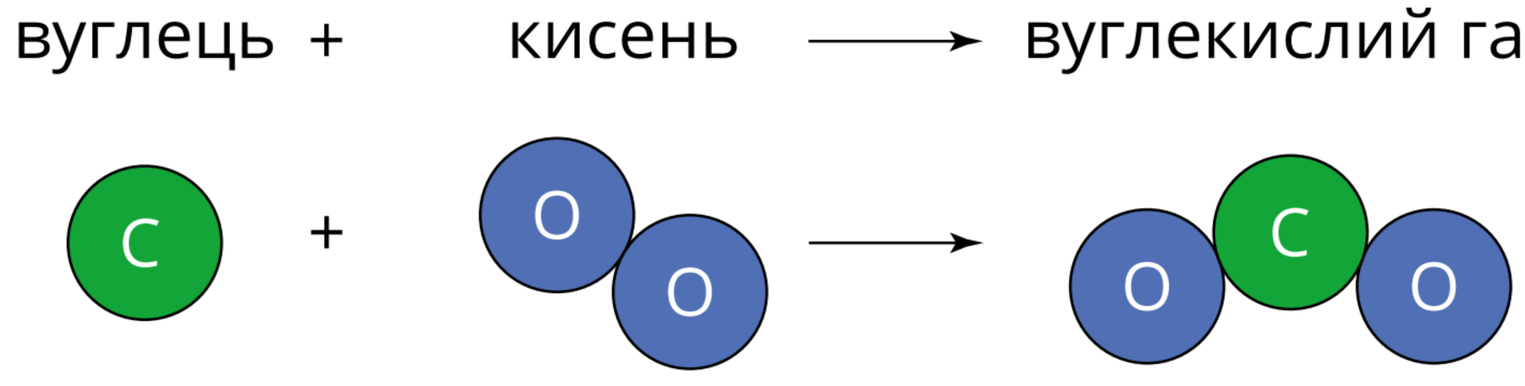


Рис. 7.4. Графічна та текстова схеми горіння вуглецю



Рис. 7.5. При взаємодії міді з киснем утворюється чорний наліт купрум(II) оксиду

Маса вуглецю зменшується, оскільки атоми Карбону з'єднуються з атомами Оксигену з кисню, утворюючи молекули вуглекислого газу, які залишають реакційну суміш і змішуються з повітрям. Під час хімічних реакцій атоми не утворюються й не зникають, а лише по-різному сполучаються між собою. На схемі (рис. 7.4) видно, що кількість атомів кожного виду до та після реакції однакова, що ілюструє **закон збереження маси речовин**.

Закон збереження маси речовин стверджує, що маса речовин, що вступають у хімічну реакцію, дорівнює загальній масі речовин, що утворюються в результаті реакції.

При нагріванні на повітрі метали вступають у реакцію з киснем повітря, утворюючи оксиди. Наприклад, мідь — це блискучий метал червоно-золотистого кольору. Коли мідь нагрівають за наявності кисню, на її поверхні утворюється тьмяний чорний наліт купрум(II) оксиду (рис. 7.5). Графічна схема взаємодії міді з киснем зображена на рис. 7.6.

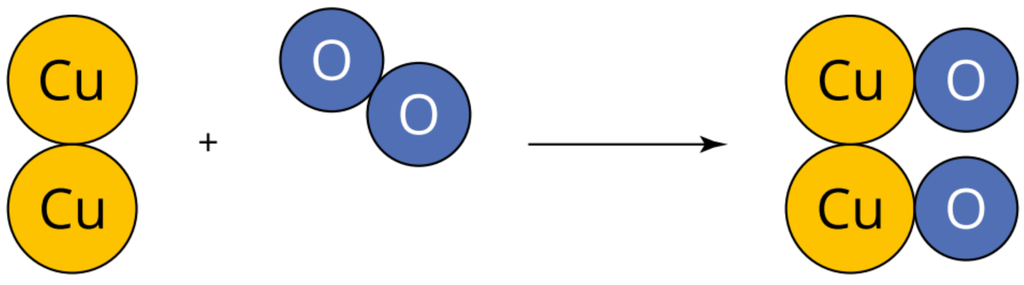


Рис. 7.6. Графічна схема горіння міді

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Якщо зважити мідну пластинку до та після нагрівання (рис. 7.5), можна зробити висновок, що маса пластинки збільшилася. Це відбувається через те, що атоми Оксигену з кисню сполучаються з атомами Купруму міді, утворюючи купрум(II) оксид. Маса реагентів (міді та кисню) дорівнює масі продукту реакції — купрум(II) оксиду. Це пояснюється законом збереження маси речовин.

мідь	+	кисень	⟶	купрум(II) оксид
10 г		0,5 г		10,5 г

Попрактикуйтеся

2 Під час горіння свічки речовини, що містяться у воску, реагують із киснем повітря, утворюючи вуглекислий газ і водяну пару. Поясніть, чому під час згоряння свічка стає меншою.

Хімічне рівняння

Під час нагрівання купрум(II) карбонат розкладається на купрум(II) оксид та вуглекислий газ (рис. 7.7). Це можна показати за допомогою формульної схеми.

$$CuCO_3 \longrightarrow CuO + CO_2$$

Формульна схема хімічної реакції містить хімічні формули реагентів та продуктів, але не завжди відповідає закону збереження маси. Відображенням закону збереження маси речовин у реакціях є **хімічне рівняння**, у лівій і правій частинах якого міститься однакова кількість атомів відповідних хімічних елементів (тоді стрілку можна замінити на знак «=»).

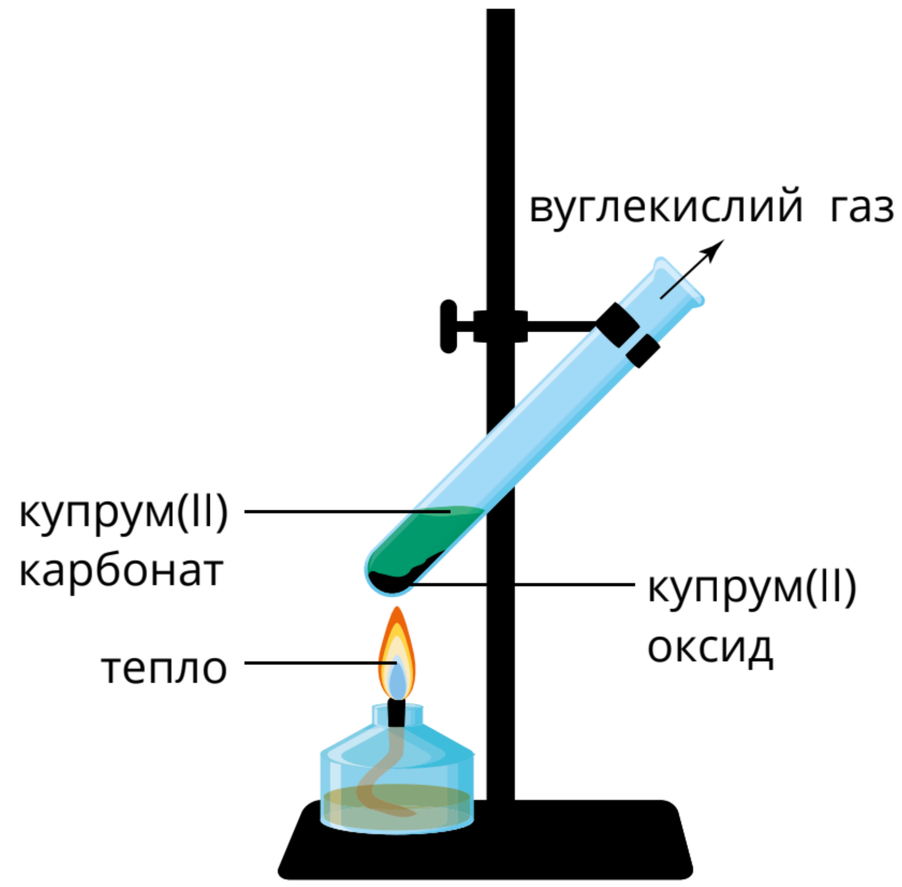


Рис. 7.7. Зелений купрум(II) карбонат при нагріванні перетворюється на чорний купрум(II) оксид та безбарвний вуглекислий газ

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3* Поясніть, чому для науковців і науковиць усього світу важливо використовувати єдину систему символів хімічних елементів та однакові формули речовин під час запису хімічних реакцій (рис. 7.8). Наведіть приклади, як відмінності у таких записах могли б призвести до помилок у:

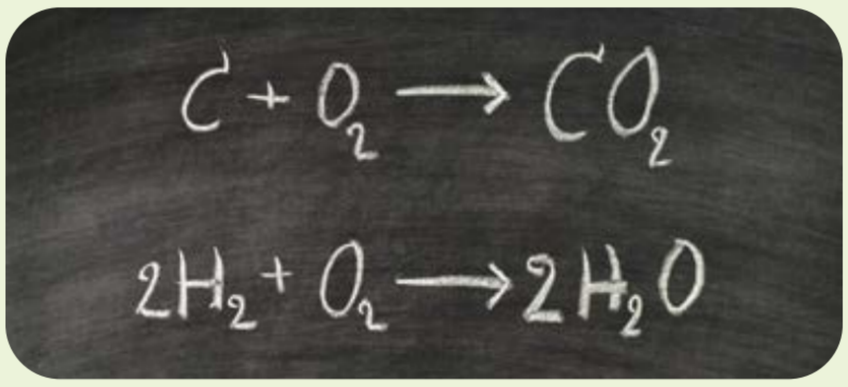


Рис. 7.8. Формульні схеми хімічних реакцій записують із використанням однакових символів хімічних елементів у всіх країнах світу

а) проведенні міжнародних досліджень;
б) виробництві ліків або матеріалів;
в) екологічних або інженерних проєктах.

4 

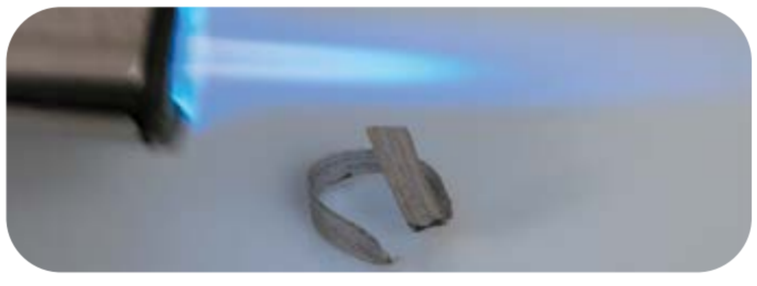
У лікарняній палаті з несправною вентиляцією накопичується вуглекислий газ (CO_2). Медична сестра проводить спостереження за пацієнтом, який скаржиться на запаморочення, сонливість і утруднене дихання. У кабінеті стоїть прилад для контролю газового складу повітря, але на екрані показники позначено символами «CO». Поясніть, як підвищений вміст CO_2 у повітрі впливає на:

- частоту та глибину дихання,
- роботу мозку та здатність приймати рішення.

а) Порівняйте дію CO_2 і CO на організм людини, поясніть, чому їх плутають у записах і чим це небезпечно.
б) Запропонуйте план дій медпрацівника, якщо він помітив, що у приладі неправильно позначено газ.
в) Наведіть приклади, як неправильне позначення газів у системах вентиляції або апаратах ШВЛ може вплинути на результат лікування.

Завдання 7.1. Обчислення маси реагентів / продуктів реакції

Катерина та Андрій досліджували зміну маси магнію під час нагрівання на повітрі (рис. 7.9). Під час виконання дослідження учні та учениці дотримувалися такого плану.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

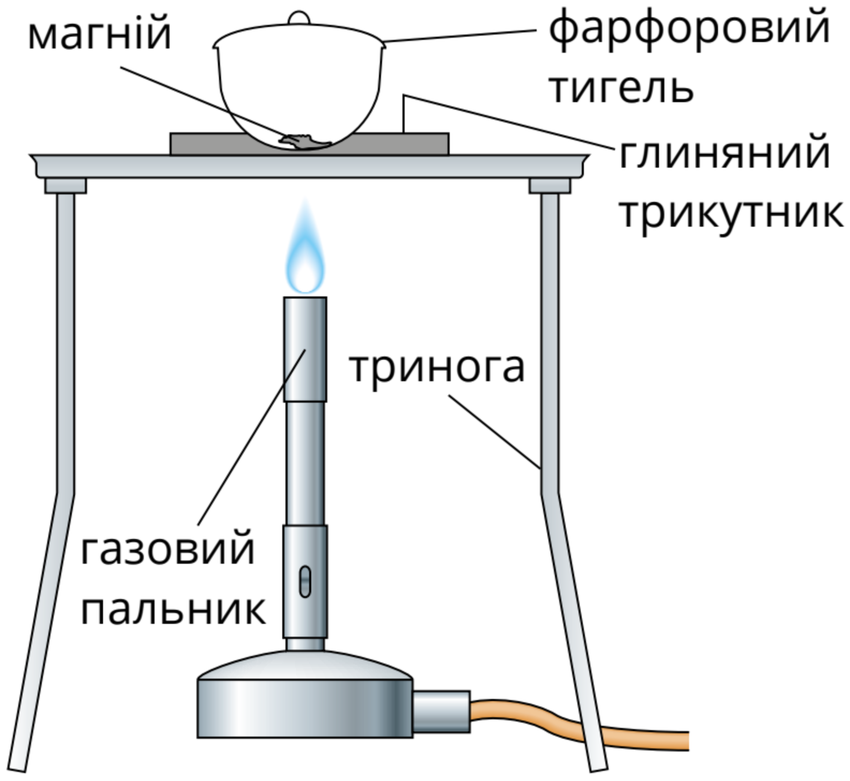
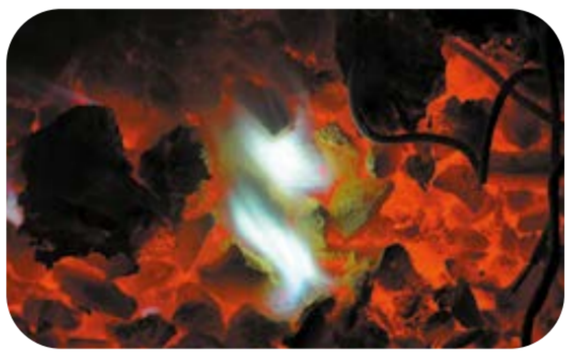


Рис. 7.9. Обладнання, використане для цього експерименту

1. Визначили масу тигля із кришкою.
2. Поклали смужку магнію в тигель і повторно зважили його разом із кришкою.
3. Одягнувши захисні окуляри та гумові рукавички, тигель поставили на підставку над газовим пальником. Увімкнули пальник і почали нагрівати тигель.
4. Кожні 30 секунд, користуючись щипцями, обережно піднімали кришку тигля та знову накривали його, уникаючи прямого погляду на магній, щоб запобігти ушкодженню зору.
5. Коли магній перестав світитися (через 5–10 хв), вимкнули газовий пальник і залишили тигель на підставці до повного охолодження.
6. Після завершення експерименту визначили масу тигля з продуктом реакції.



Катерина та Андрій отримані результати вимірювань занесли до таблиці.

Маса тигля	Маса тигля з магнієм до нагрівання	Маса тигля з магнієм після нагрівання
23,4 г	24,6 г	25,4 г



а) Складіть хімічне рівняння здійсненої реакції.

б) Поясніть, навіщо використовували кришку і чому її відкривали під час нагрівання магнію.

в) Обчисліть зміну маси магнію в процесі нагрівання, поясніть з урахуванням закону збереження маси.

г) Визначте можливі небезпеки та оцініть наслідки й ризики для здоров'я учнів та учениць, коли вони виконуватимуть такий експеримент.

Наука в дії. Зменшення концентрації карбон(IV) оксиду

Під час згоряння палива утворюється вуглекислий газ, який є парниковим газом і спричиняє зміну клімату (рис. 7.10). Зменшення концентрації карбон(IV) оксиду в повітрі можливе завдяки розвитку відновлюваної енергетики та зменшенню спалювання викопного палива.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 7.10. Зміни клімату пов'язані зі збільшенням вмісту парникових газів у повітрі

Важливе значення має збільшення площ зелених насаджень, оскільки рослини поглинають CO_2 під час фотосинтезу. Одна з ідей вловлювання вуглекислого газу з повітря полягає в його взаємодії з натрій гідроксидом з утворенням натрій карбонату.

Особливості утилізації вуглекислого газу шляхом його геологічної мінералізації досліджувала Є. О. Михайлова, канд. техн. наук, доц. ХНЕУ ім. С. Кузнеця. В Україні, незважаючи на певний спад виробництва, стабільно високим залишається забруднення повітряного середовища.

Попрактикуйтеся

5* В Україні найбільші концентрації CO встановлені в Херсонській, Київській, Запорізькій та Дніпропетровській областях, найнижчі концентрації CO спостерігаються над Карпатським гірським масивом. Існують дослідження токсичного ефекту карбон(II) оксиду на здоров'я матері під час вагітності та розвиток уроджених вад серця в немовлят.

а) Чому CO накопичується в атмосфері взимку, а навесні концентрація цього газу зменшується завдяки природним процесам?

б) Обговоріть потенційний глобальний вплив технологій зменшення концентрації CO та CO_2 на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Підсумки

- Маса реагентів дорівнює масі продуктів хімічної реакції.
- Атоми хімічних елементів під час хімічних реакцій не утворюються й не руйнуються, а лише сполучаються один з одним у різний спосіб.
- Відображенням закону збереження маси речовин у реакціях є хімічне рівняння.

Ключові поняття

Закон збереження маси речовин, горіння, окиснення, реагенти, продукти реакції, хімічне рівняння.

Оцініть свої досягнення

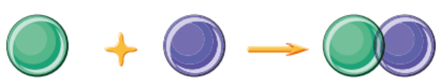
- ☑ Я можу сформулювати закон збереження маси речовин.
- ☑ Я вмію складати хімічні рівняння.
- ☑ Я можу враховувати потенційну небезпеку та ризики під час планування експерименту.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- розрізняти гомогенні та гетерогенні хімічні реакції;
- наводити приклади реакцій обміну та заміщення, пояснювати умови їх перебігу;
- описувати способи отримання солей.

Гомогенні та гетерогенні хімічні реакції



Хімічні реакції відбуваються в гомогенних (однорідних) або гетерогенних (неоднорідних) середовищах. **Гомогенні хімічні реакції** — процеси, у яких усі реагенти та продукти перебувають в одному агрегатному стані (газ, рідина або розчин). Такі реакції відбуваються рівномірно по всьому об'єму системи. **Гетерогенні хімічні реакції** — процеси, у яких реагенти перебувають в різних агрегатних станах (наприклад, твердий + рідкий, твердий + газоподібний). Реакція відбувається лише на межі поділу фаз (однорідних частин середовища) (рис. 7.11).



$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

Рис. 7.11. Взаємодія натрію з хлором належить до гетерогенних хімічних реакцій сполучення

Прикладами гомогенних реакцій є процеси в газових сумішах, реакції нейтралізації у розчинах, а гетерогенних — взаємодія металів із киснем, кислотами, солями тощо.

Реакції обміну

Реакції, у процесі яких дві складні речовини обмінюються своїми складовими частинами, утворюючи дві нові речовини, називають **реакціями обміну**. Наприклад, кальцій карбонат здатен вступати в реакції обміну з сильними кислотами з утворенням солей сильних кислот, води й вуглекислого газу. Гетерогенну реакцію кальцій карбонату з розведеною хлоридною кислотою можна представити за допомогою хімічного рівняння (рис. 7.12):



Рис. 7.12. Мармур (гірська порода з високим вмістом кальцій карбонату) реагує з розведеною хлоридною кислотою, утворюючи бульбашки вуглекислого газу

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

Попрактикуйтеся

1 Шлунковий сік містить хлоридну кислоту, що сприяє травленню та захищає від інфекцій. Якщо кислоти утворюється надто багато або вона потрапляє в стравохід, виникає печія. Її симптоми можна тимчасово зменшити препаратами з магній карбонатом, який нейтралізує надлишок кислоти.

а) Складіть хімічне рівняння реакції, яка відбувається між таким препаратом від печії та шлунковим соком (хлоридною кислотою).

б) Поясніть вплив реакції на полегшення симптомів печії.

2 Мармурові скульптури з часом можуть пошкоджуватися під впливом кислотних дощів (рис. 7.13). Які хімічні процеси відбуваються в цьому випадку?



Рис. 7.13. Мармур, основним компонентом якого є кальцій карбонат, поступово руйнується під дією кислотних дощів



Рис. 7.14. Взаємодія цинку з розведеною хлоридною кислотою призводить до утворення розчину цинк хлориду та бульбашок водню

Отримання солей

Солі — це сполуки, утворені з атомів металічних елементів і кислотних залишків. Тип солі залежить від кислоти, з якої вона утворюється. Назва солі складається з назви металічного елемента та кислотного залишку, а для металів зі змінною валентністю її зазначають у дужках. Солі утворюються, наприклад, під час реакції металів або їх карбонатів із кислотами. Для цього в склянку наливають розведену кислоту та додають невелику кількість металу або твердого карбонату металічного елемента (рис. 7.15). Перемішують вміст склянки, скориставшись захисними окулярами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Унаслідок реакції утворюється розчин солі та виділяється вуглекислий газ, що супроводжується шипінням. Вуглекислий газ змішується з повітрям і залишає реакційну посудину. Сіль розчиняється у воді, утворюючи розчин. Додавання твердого реагенту продовжують до повного витрачання кислоти.

Отриману суміш, що містить розчин солі та надлишок твердого реагенту, очищують фільтруванням. Під час фільтрування нереагована тверда речовина залишається на фільтрі.

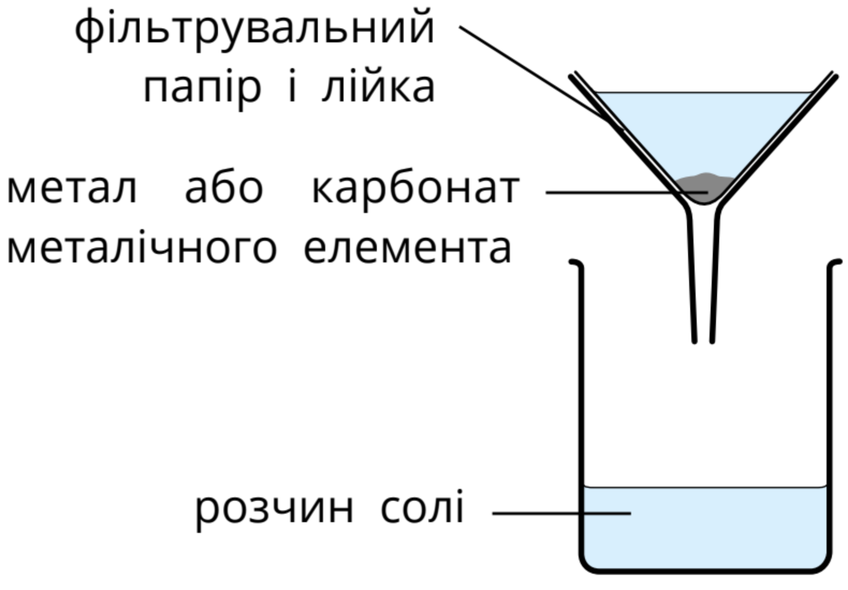


Рис. 7.16. Фільтрування неоднорідної суміші, що містить розчин солі та надлишок твердого реагенту

Після вимкнення пальника розчин залишають охолоджуватися, а потім у сушильній шафі та ексикаторі досягають повільного випаровування води та утворення кристалів солі.

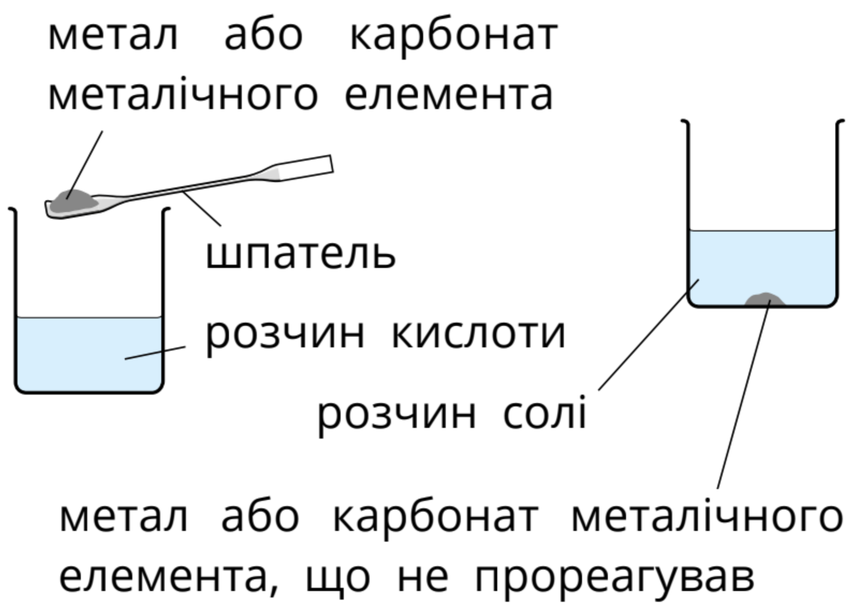


Рис. 7.15. Взаємодія кислот із металами або карбонатами металічних елементів

А розчин солі проходить крізь нього в приймальну посудину. Заключний етап — випарювання води з розчину солі. Під час кристалізації утворюються кристали солі, що залишаються після обережного нагрівання розчину в термостійкій ємності. У процесі випаровування води розчин солі поступово стає більш концентрованим, і на стінках посудини з'являються перші кристали.

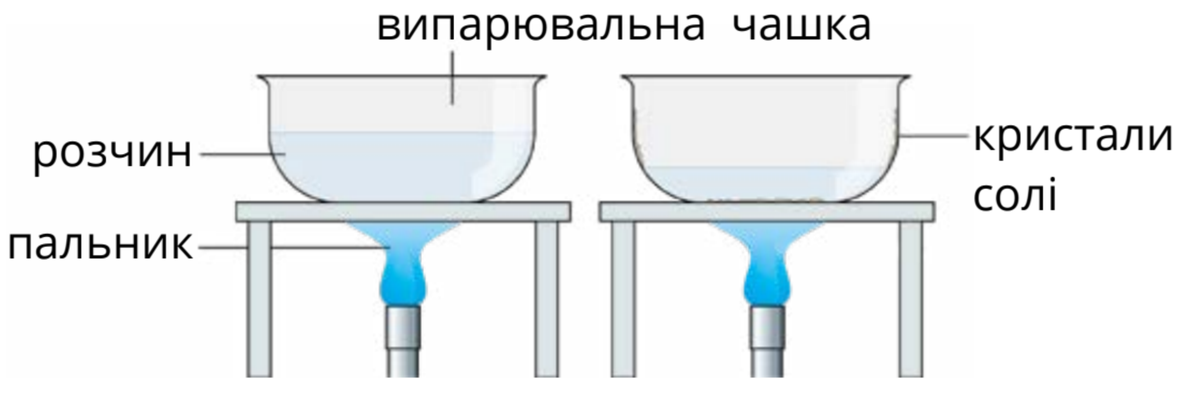


Рис. 7.17. Випарювання використовується для кристалізації кристалів солі з розчину

Попрактикуйтеся

3 Унаслідок реакції обміну між кристалами купрум(II) карбонату та розведеною сульфатною кислотою можна отримати безводний купрум(II) сульфат. Поясніть, чому на відповідних етапах процесу: використовують фільтрування; випарювання; перемішують суміш; додають купрум(II) карбонат у надлишку.



Рис. 7.18. Кристали мідного купоросу

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Реакції заміщення

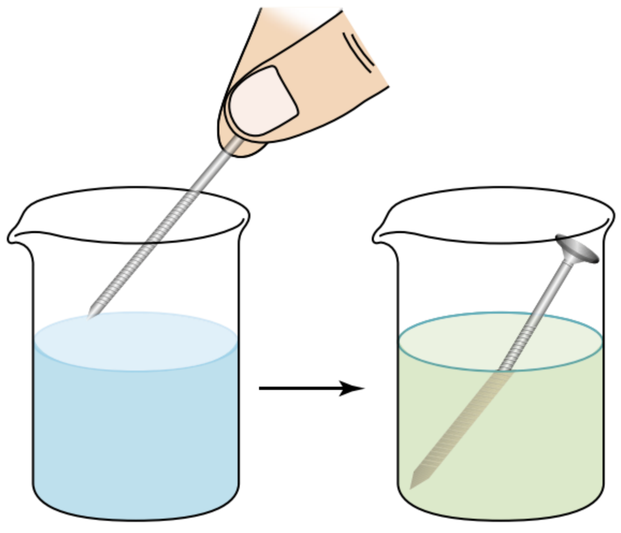


Рис. 7.19. Під час взаємодії заліза з розчином купрум(II) сульфату утворюється розчин ферум(II) сульфату та проста речовина мідь

Реакції заміщення — це процеси, у яких проста речовина реагує зі складною, і атом простої речовини заміщує атом одного з елементів у складі складної сполуки, утворюючи нові речовини. Наприклад, якщо залізний цвях занурити в розчин купрум(II) сульфату, розчин поступово змінює колір із блакитного на зелений, а на цвяху з'являється наліт міді (рис. 7.19). Це відбувається тому, що Ферум, розташований у ряду активності лівіше за Купрум, витісняє його з солі.

Взаємодію заліза з розчином купрум(II) сульфату можна представити за допомогою формульної схеми: $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu\downarrow$.

Прогнозування реакцій заміщення

Метали відрізняються за хімічною активністю. Перелік металів у порядку зменшення їх реакційної здатності називають рядом активності металів (рис. 7.20). Найменш активним металом у цьому ряду є золото. Водень включають до ряду, щоб можна було передбачати реакції металів із водою та розведеними кислотами.



Метал	Li	K	Cs	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Be	Al	Ti	Mn	Zn	Cr	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H_2	Bi	Cu	Ag	Hg	Pt	Au

Рис. 7.20. Ряд активності металів



За допомогою ряду активності можна передбачити, чи відбудеться наступна реакція заміщення:

мідь + магній сульфат → не відбувається



Магній розташований ліворуч від міді в ряді активності металів, тобто є активнішим. Тому реакція між міддю та розчином магній сульфату не відбувається, адже мідь не може витіснити магній із його сполуки — вона менш реакційно здатна.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Спрогнозуйте, чи відбудеться реакція заміщення для кожної пари, спираючись на ряд активності металів:

а) кальцій і купрум(II) сульфат;
б) магній і кальцій хлорид;
в) срібло і ферум(III) нітрат;
г) кальцій і цинк хлорид.

Напишіть формульні схеми для тих процесів, що можуть відбуватися.



Рис. 7.21. Розплавлене залізо в доменній печі

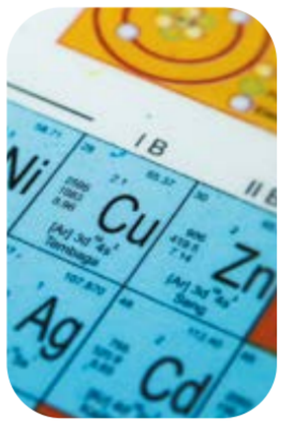
5* Залізо (Ферум) — один із найпоширеніших елементів Землі, що входить до складу гірських порід і живих організмів. В Україні великі поклади залізних руд розташовані в Криворізькому, Керченському, Кременчуцькому, Білозерському та Приазовському басейнах. У промисловості залізо добувають у доменних печах відновленням оксидів заліза вугіллям (рис. 7.21). Опишіть, як реакції заміщення використовуються для одержання заліза з руди.

Завдання 7.2. Порівняння активності металів

Група учнів та учениць дослідила реакції заміщення між 4 металами та розчинами їх солей, результати досліджень оформили в таблиці.

Примітки: ✔ = відбулася реакція; ✘ = реакції не відбулося.

	Магній сульфат	Цинк сульфат	Ферум(II) сульфат	Купрум(II) сульфат
Магній		✔	✔	✔
Цинк	✘		✔	✔
Залізо	✘	✘		✔
Мідь	✘	✘	✘	



Проаналізуйте дані таблиці результатів і дайте відповіді на запитання, скориставшись рядом активності металів.

1. Чи правильний висновок Софії: $Mg + FeSO_4 \rightarrow Fe + MgSO_4$?
2. Артем вважає, що $Cu + ZnSO_4 \rightarrow Zn + CuSO_4$. Чи відбувається така реакція? Поясніть.
3. Чому не додають метал до його власної солі?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

4. Складіть ряд активності для Mg, Zn, Fe, Cu (найактивніший ліворуч).
5. Обґрунтуйте свій ряд та порівняйте з рис. 7.20.
6. Складіть текстові схеми реакцій між:
   магнієм та цинк сульфатом; цинком та ферум(II) сульфатом.
7. Який метал реагує з $CuSO_4$, але не з $MgSO_4$ або $ZnSO_4$? Поясніть.



Наука в дії. Використання добрив

Зі зростанням чисельності населення забезпечення людства продовольством стає дедалі складнішим. Мінеральні й органічні добрива постачають рослинам необхідні йони — Магнію, Кальцію, Калію, нітрат-йони тощо, сприяючи їх росту й підвищуючи урожайність.



Рис. 7.22. Використання добрив має важливе значення у продовольчій безпеці планети, проте потребує обґрунтованого підходу

Наприклад, калійну селітру отримують унаслідок реакції калій карбонату з нітратною кислотою. Однак надмірне або неправильне внесення добрив може спричинити забруднення ґрунтів і водойм, порушення екосистем та негативно вплинути на здоров'я людини, тому їх використання має бути обґрунтованим і контрольованим.

Підсумки

- Гомогенні реакції проходять в усьому об'ємі однорідної суміші.
- Гетерогенні реакції відбуваються лише на межі поділу фаз.
- Реакції обміну — це процеси, у яких дві складні речовини обмінюються частинами, утворюючи нові сполуки.
- Реакції заміщення — це взаємодія простої речовини зі складною, у якій атом простої речовини заміщує атом хімічного елемента в складній речовині.

Ключові поняття

Гомогенна хімічна реакція, гетерогенна хімічна реакція, реакція обміну, сіль, реакція заміщення, ряд активності металів.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу розрізняти реакції заміщення та обміну.
- ☑ Я можу використовувати ряд активності металів для прогнозування перебігу реакцій.
- ☑ Я можу пояснювати властивості солей та їх отримання.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- пояснювати, що таке швидкість хімічної реакції та як її можна визначити;
- описувати вплив концентрації, температури, площі поверхні контактування та природи реагентів на швидкість хімічних реакцій;
- наводити приклади використання знань про швидкість реакцій у промисловості та побуті.

Визначення швидкості хімічної реакції



Рис. 7.23. Перетворення мінералів у природних умовах можуть тривати мільйони років

Хімічні реакції відбуваються з різною швидкістю: деякі — миттєво, а інші тривають годинами, днями або роками (рис. 7.23). Наприклад, передача нервового імпульсу триває частки секунди, тоді як біопроцеси — фотосинтез чи бродіння — відбуваються повільно.

Швидкість хімічної реакції визначають за кількістю речовини, що реагує або утворюється за певний час. Для гомогенних реакцій її вимірюють у одиниці об'єму, а для гетерогенних — на одиниці площі поверхні. Якщо під час реакції утворюється газ, швидкість можна визначити за зміною маси реакційної суміші або за зміною об'єму газу: колбу з реагентами ставлять на терези, і під час виділення газу маса суміші зменшується (рис. 7.24). Чим швидше зменшується маса реакційної суміші, тим вища швидкість реакції.

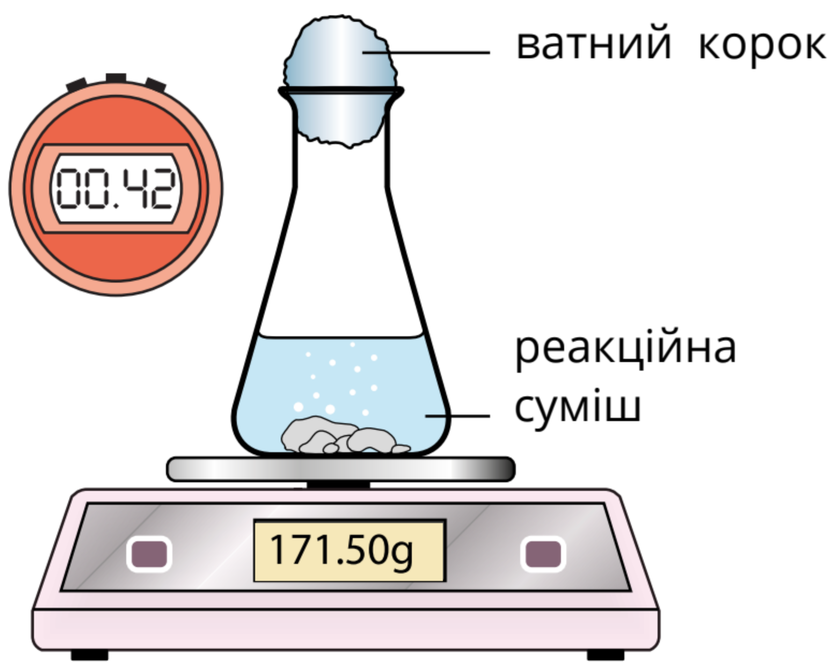


Рис. 7.24. Вимірювання зменшення маси реакційної суміші в процесі взаємодії



Інший спосіб визначення швидкості — вимірювання об'єму газу, що виділяється за певний час, використовуючи мірний циліндр або газовий шприц. Об'єм газу, зібраного в газовому шприці, вимірюють через певні проміжки часу (наприклад, кожні 10 секунд). Чим швидше збільшується об'єм газу, тим швидше відбувається реакція (рис. 7.25 і 7.26).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

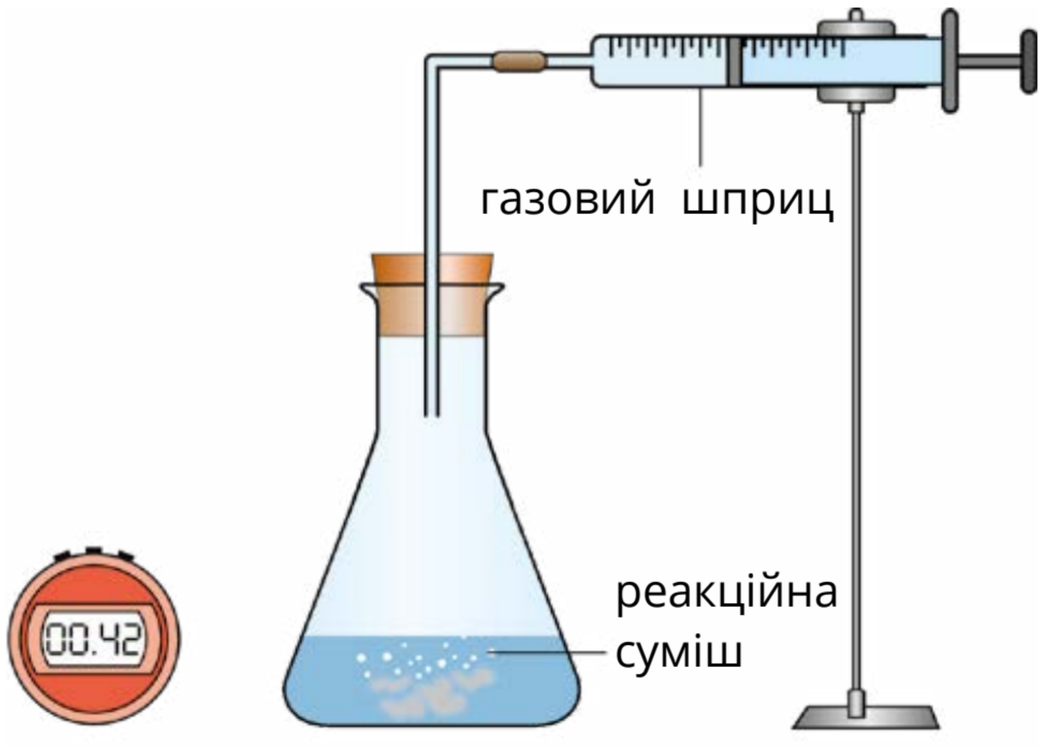


Рис. 7.25. Вимірювання об'єму газу, виділеного за певний час реакції, за допомогою газового шприца

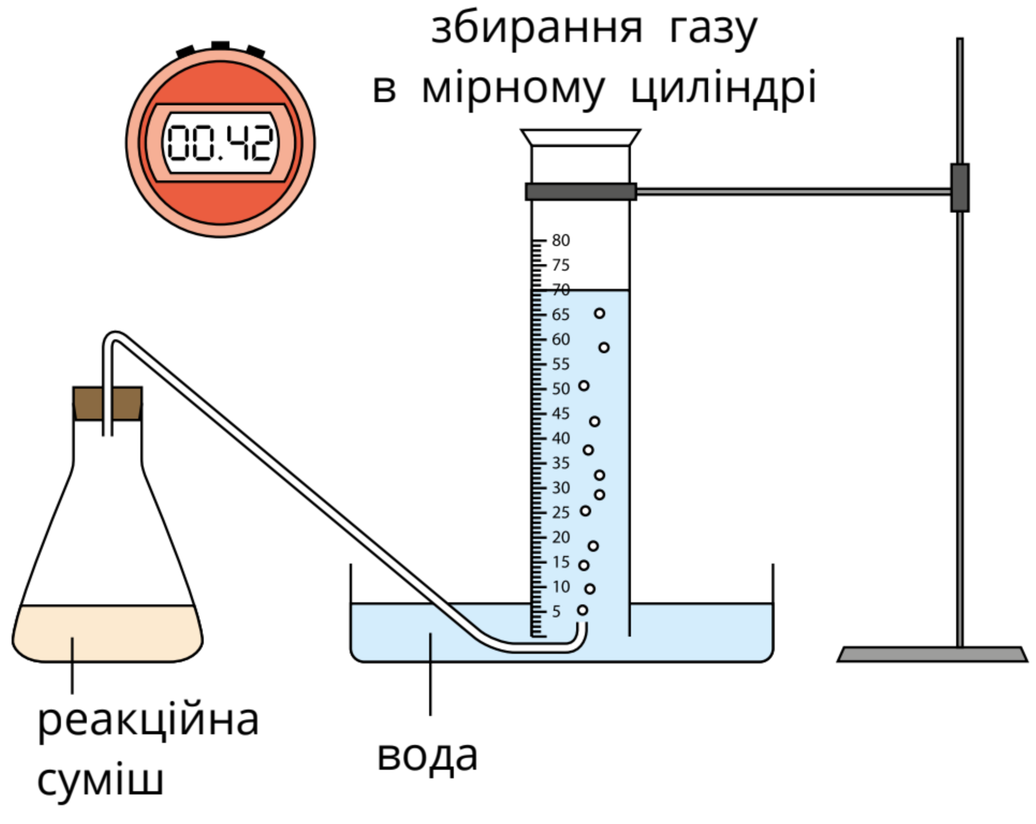


Рис. 7.26. Вимірювання об’єму газу, утвореного внаслідок реакції, методом витіснення води

Попрактикуйтеся

1 Під час реакції кальцій карбонату з розведеною хлоридною кислотою виділяється вуглекислий газ. За даними таблиці (колбу зважували кожні 30 с до завершення реакції):

а) поясніть, чому маса реакційної суміші зменшувалася;

б) визначте момент завершення реакції за таблицею.

Час (с)	Маса (г)
0	123,50
30	122,29
90	121,91
120	121,78
150	121,71
180	121,68
210	121,78
240	121,63
270	121,61
300	121,61

2 Марія здійснила реакцію магнію з розведеною хлоридною кислотою і збирала газ, що утворився. Вона вимірювала об'єм виділеного газу кожні 10 секунд. Використайте оформлену ученицею таблицю результатів, щоб відповісти на запитання.

Час (с)	Об'єм газу (см³)	Час (с)	Об'єм газу (см³)
0	0	50	18
10	5	60	19
20	9	70	20
30	13	80	20
40	16	90	20

2 **а)** За які 10 секунд було зібрано найбільший об'єм водню?

б) Який об'єм газу було виділено між 0 і 30 секундами?

в) Коли закінчилася реакція?

г) Визначте, на якому етапі швидкість реакції була найбільшою.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій

Швидкість хімічних реакцій можна змінювати — прискорювати корисні процеси (виробництво ліків, добрив) або сповільнювати небажані (корозію). Вона залежить від природи речовин і їх хімічної активності. Наприклад, реакції між лужними металами й галогенами відбуваються дуже швидко.

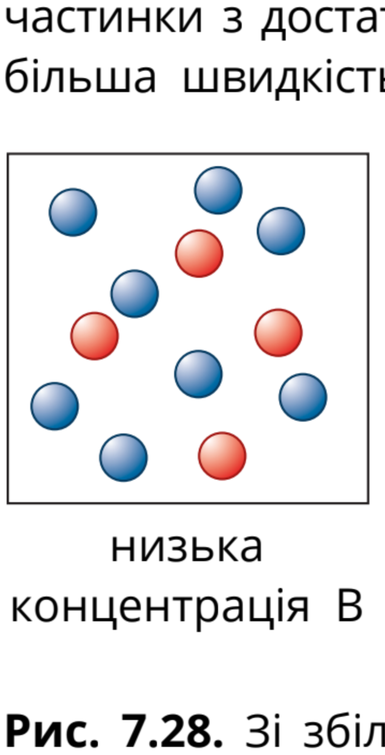


Рис. 7.27. Чим частіше стикаються частинки з достатньою енергією, тим більша швидкість хімічної реакції

Інертні гази й речовини з міцними ковалентними зв'язками реагують повільно або зовсім не вступають у реакції. Хімічна реакція відбувається під час зіткнення частинок реагентів. Щоб прискорити реакцію, зіткнення мають бути частішими або енергійнішими. Підвищення температури збільшує енергію руху частинок реагентів, тому вони частіше й енергійніше зіштовхуються. Це підвищує ймовірність реакції та збільшує її швидкість (рис. 7.27). **Концентрація** речовини — це кількість її частинок у певному об'ємі. Зі збільшенням концентрації реагентів зростає кількість частинок, що можуть зіштовхуватися між собою, тому швидкість реакції підвищується (рис. 7.28).

Рис. 7.28. Зі збільшенням концентрації реагентів зростає ймовірність їх зіткнень

Рис. 7.29. Площа поверхні контактування реагентів впливає на кількість зіткнень реагуючих частинок

Ступінь подрібнення твердих реагентів впливає на швидкість хімічної реакції: чим менші частинки речовини, тим більша площа поверхні контакту й тим швидше відбувається реакція (рис. 7.29, 7.30). **Хімічна кінетика** — це розділ фізичної хімії, що вивчає швидкість хімічних реакцій та чинники, які на неї впливають.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

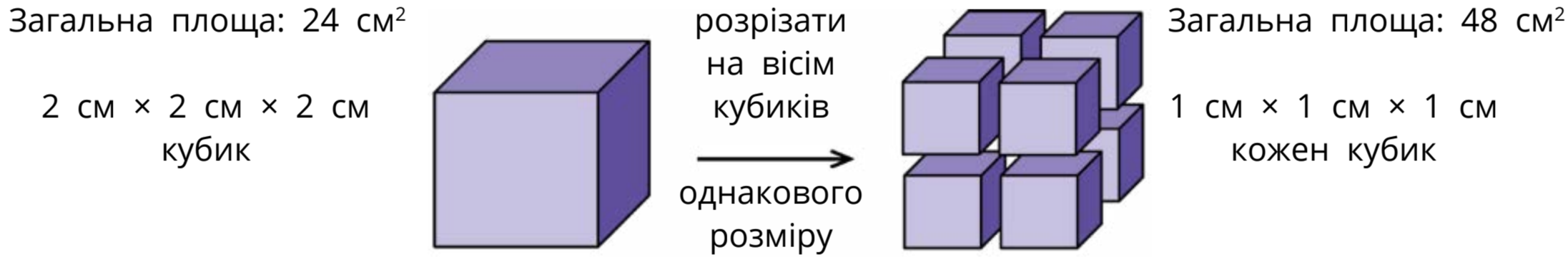


Рис. 7.30. Збільшення площі поверхні контактування реагентів

Попрактикуйтеся

3* Поясніть, як висока температура під час хвороби впливає на роботу ферментів (каталізаторів біохімічних реакцій). Чому при оптимальній температурі ферменти діють швидше?

4 Поясніть, чому в тропіках метал кородує швидше, ніж у сухих холодних районах (рис. 7.31).

5 Попрацюйте в парах та створіть карту знань або буклет / плакат / лепбук на тему «Швидкість хімічної реакції».



Рис. 7.31. Корпус судна, укритий іржею

Завдання 7.3. Вплив концентрації на швидкість реакцій

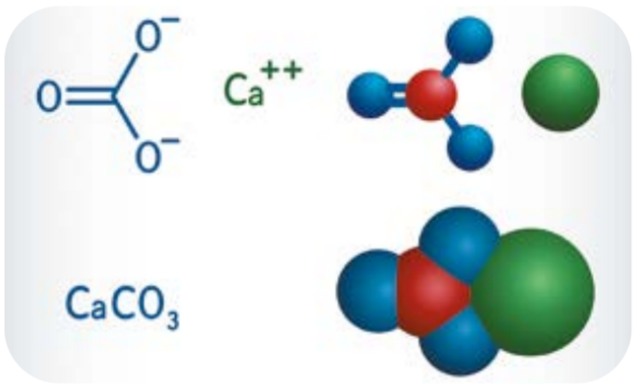


Рис. 7.32. Формули кальцій карбонату

10 г кальцій карбонату змішували з 50 см³ розведеної хлоридної кислоти (рис. 7.32). У трьох дослідах змінювали концентрацію кислоти, залишаючи решту умов однаковими. Зміну маси реакційної суміші з часом фіксували на терезах. Результати наведені в таблиці.

	Маса реагентів (г)		
Час (с)	**Експеримент 1**	**Експеримент 2**	**Експеримент 3**
0	60,0	60,0	60,0
20	59,8	59,2	59,5
40	59,5	58,4	58,9
60	59,0	57,7	58,3
80	58,8	57,0	57,9
100	58,5	56,3	57,3

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

1. Складіть текстову схему здійсненої реакції, за допомогою якої поясніть, чому відбувається зменшення маси реагентів.
2. Обчисліть зменшення маси реагентів через 100 с.
3. Порівняйте швидкості хімічних реакцій для трьох різних концентрацій кислоти. Зробіть висновки.

Наука в дії. Зберігання харчових продуктів

Під час зберігання на повітрі харчові продукти поступово починають псуватися. Унаслідок хімічних реакцій можуть утворюватися речовини з неприємним смаком і запахом, а також пліснява. Ці реакції відбуваються швидше за високої температури (рис. 7.33). Зберігання харчових продуктів за низьких температур у холодильниках і морозильних камерах зменшує швидкість реакцій окиснення, зберігаючи їжу безпечною для вживання довше.



Рис. 7.33. Вакцини та деякі ліки повинні зберігатися в холодному або замороженому стані

Підсумки

- Швидкість хімічної реакції визначають за кількістю речовини, що реагує або утворюється за одиницю часу.
- Для гомогенних реакцій швидкість визначають в одиниці об'єму, для гетерогенних — на одиниці площі поверхні контактування реагентів.
- Чинники, що впливають на швидкість хімічних реакцій: природа реагентів, температура, концентрація, площа поверхні контактування, наявність каталізаторів та інгібіторів, тиск для газів.

Ключові поняття

Швидкість хімічної реакції, природа реагентів, концентрація, площа поверхні контактування реагентів, каталізатор, інгібітор, хімічна кінетика.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу пояснити, що таке швидкість хімічної реакції.
- ☑ Я описую вплив різних чинників на швидкість хімічних реакцій.
- ☑ Я можу робити висновки, аналізуючи результати досліджень.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Укажіть сіль, яка утворюється під час взаємодії кальцію з розведеною сульфатною кислотою.

А кальцій сульфід;

Б кальцій сульфіт;

В кальцій сульфат;

Г кальцій не реагує з сульфатною кислотою, тому солі не утворить.

2. Позначте газ, який утворюється в процесі взаємодії кислот із металами.

А кисень;

Б водень;

В азот;

Г вуглекислий газ.



3. Під час горіння паперу його маса зменшується. Поясніть причину цього, використовуючи знання про перебіг хімічних реакцій.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

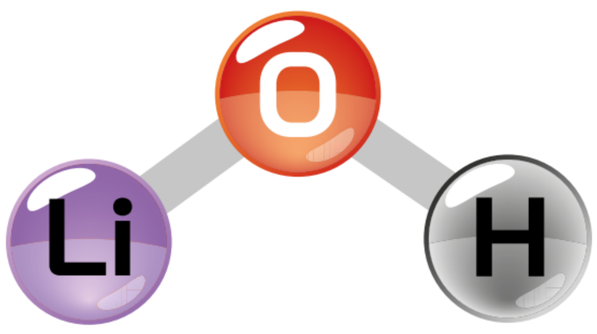


Рис. 7.34. Літій гідроксид

4. Магній масою 2,4 г нагріли на повітрі з утворенням магній оксиду масою 4,0 г. Обчисліть масу кисню, що прореагував із магнієм.

5. Шматок літію помістили в ємність із водою. Унаслідок взаємодії утворився літій гідроксид (рис. 7.34) і водень. Складіть рівняння цієї реакції.

6. Спрогнозуйте, чи відбудеться реакція при додаванні цинку до розчину магній хлориду. Свою відповідь обґрунтуйте.

III. Проводжу дослідження природи

7. Оксана й Богдан провели реакцію магнієвої стрічки з розведеною хлоридною кислотою, побачили, що в результаті взаємодії утворилися бульбашки газу.

а) Складіть рівняння цієї реакції.

б) Учні та учениці планували повторити експеримент ще раз, використавши іншу концентрацію кислоти. Опишіть, як вони могли б порівняти швидкості цієї хімічної реакції за двох різних концентрацій.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

8. Роман виконав реакцію натрій карбонату (рис. 7.35) із розведеною хлоридною кислотою. За допомогою мірного циліндра він щохвилини вимірював об'єм газу, що виділявся внаслідок взаємодії. У таблиці наведено результати, зібрані учнем.

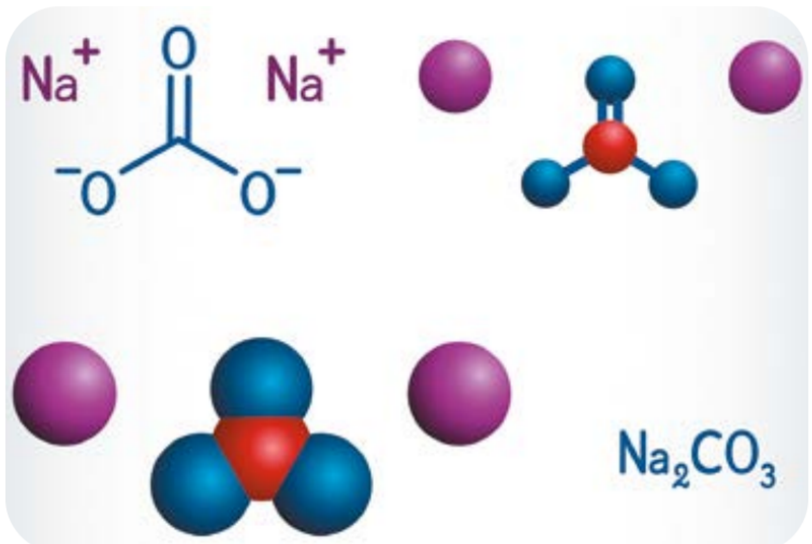


Рис. 7.35. Натрій карбонат



а) Намалюйте схему приладу, який знадобився для цього експерименту.

б) Який газ утворювався в результаті реакції?

в) Через скільки хвилин кислота була повністю витрачена?

г) Поясніть, як підвищення температури вплине на швидкість цієї хімічної реакції.

Час (хв)	Об'єм зібраного газу ($см^3$)
0	0
1	24
2	45
3	60
4	72
5	76
6	76
7	76

9. Під час досліду вчителька виміряла масу шматка залізної вати (тонких ниток заліза), що становила 3,6 г. Використовуючи щипці, вона тримала зразок залізної вати в полум'ї газового пальника. Після нагрівання поверхня заліза потемніла. Після охолодження масу зразка виміряли знову — вона становила 3,9 г.



а) Опишіть, що сталося зі зразком заліза під час нагрівання.

б) Складіть формульний запис та текстову схему реакції, щоб пояснити зміну маси.

10. Опишіть кроки, які б ви зробили, щоб отримати кристали цинк сульфату з гранул цинку та розведеної сульфатної кислоти.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

8

Розділ 8.
Енергія

Енергія потрібна для всіх процесів, що відбуваються у світі та в живих організмах. Енергію не можна створити з нічого, тому особливого значення набуває ефективне використання ресурсів. Ідеї та приклади, з якими ви ознайомитеся в цьому розділі, допоможуть робити свідомий вибір щодо того, як використовувати енергію в повсякденному житті.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що енергія передається або перетворюється з одного виду в інший, але ніколи не зникає;
- про різницю між теплом (тепловою енергією) і температурою;
- про способи передачі теплової енергії.

У цьому розділі ви навчитеся:

- відрізняти кінетичну та потенціальну енергію;
- оцінювати проблеми, пов’язані з отриманням і застосуванням енергії, спираючись на наукові знання;
- застосовувати закон збереження енергії для аналізу руху тіл.

rnk.com.ua/112340

Коливання математичного маятника. Закон збереження енергії

Будете навчатися:

- усвідомлювати, що енергія не виникає й не зникає, а лише перетворюється;
- застосовувати наукові знання для передбачення результатів подій і явищ;
- описувати, як енергія змінюється під час механічного руху.

Енергія тіла

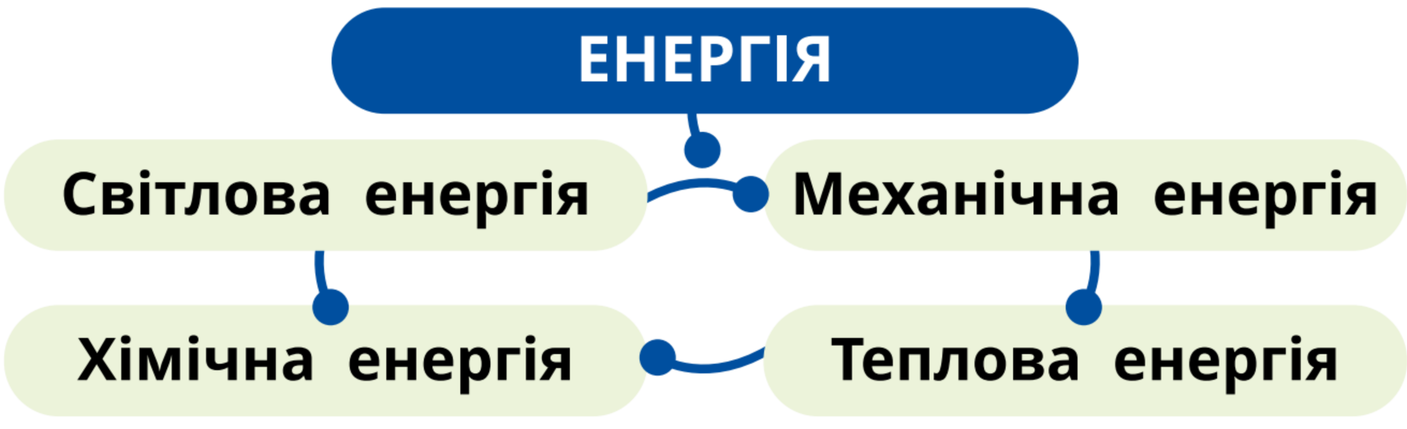
Енергія — це те, що спричиняє зміни у світі: рух тіл, появу тепла чи світла, перебіг хімічних реакцій. Вона може існувати в різних формах — тепловій, світловій, електричній, хімічній, механічній — і переходити з однієї форми в іншу. Енергію неможливо безпосередньо побачити чи відчути, проте її прояви спостерігаються, наприклад, коли загоряється лампа або їде машина. Фотосинтез — яскравий приклад перетворення енергії. Під час цього процесу енергія сонячного світла перетворюється на хімічну й зберігається в молекулах глюкози.







Рис. 8.1. Англійський науковець Джеймс Прескотт Джоуль



Енергію позначають символом E (іноді — W). Її одиниця в системі SI — **джоуль** (Дж), названий на честь англійського фізика Джеймса Прескотта Джоуля (рис. 8.1). Для зручності на практиці використовують також його кратні та похідні одиниці — кілоджоулі (кДж) і мегаджоулі (МДж)».

1 кілоджоуль (кДж) = 1 000 Дж

1 мегаджоуль (МДж) = 1 000 000 Дж

$$E = E_k + E_p$$

E — повна механічна енергія; $\mathbf{E_k}$ — кінетична енергія; $\mathbf{E_p}$ — потенціальна енергія.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Механічна енергія поділяється на два види: кінетичну та потенціальну. **Кінетична енергія** — енергія, зумовлена рухом тіла. Вона залежить від маси тіла та швидкості його руху. Чим більша маса та швидкість тіла, тим більша його кінетична енергія. Кінетична енергія обчислюється за формулою:



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

- **m** — маса тіла;
- **v** — швидкість руху тіла.

кінетична енергія = $\frac{\text{маса тіла} \cdot \text{квадрат швидкості}}{2}$

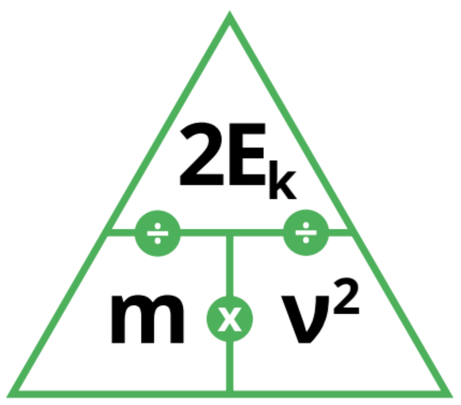
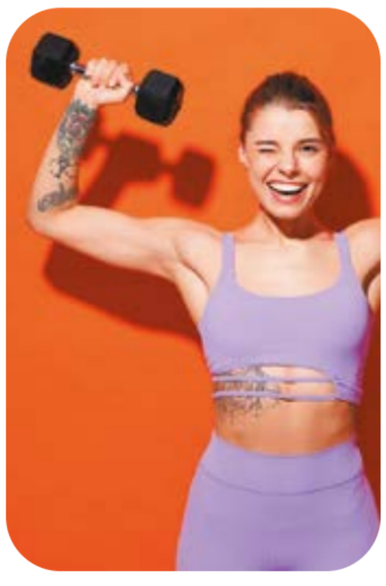


Рис. 8.2. Текстова формула кінетичної енергії тіла

Рис. 8.3. Графічна схема кінетичної енергії тіла



Потенціальна енергія — це енергія, яка зберігається в тілі завдяки його положенню або стану. Вона залежить від розташування тіла в полі сил (гравітаційному, електричному тощо) або від його форми та властивостей, наприклад, у деформованій пружині. **Потенціальна енергія піднятого тіла** — енергія, зумовлена його положенням над поверхнею Землі, що залежить від маси, висоти та прискорення вільного падіння. Формула для обчислення потенціальної енергії піднятого тіла:

$$E_p = mgh$$

- **m** — маса тіла;
- **g** — прискорення вільного падіння;
- **h** — висота, на якій розташоване тіло, відносно нульового рівня.

потенціальна енергія = маса тіла • прискорення вільного падіння • висота тіла над поверхнею

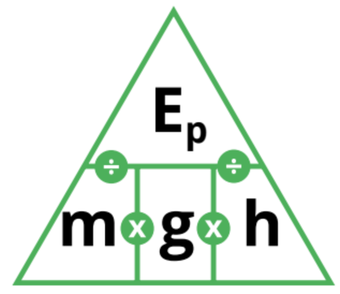


Рис. 8.4. Текстова формула потенціальної енергії піднятого тіла над поверхнею Землі

Рис. 8.5. Графічна схема потенціальної енергії піднятого тіла над поверхнею Землі

Попрактикуйтеся

1. Ваза масою 2 кг стоїть на столі висотою 1,2 м. Обчисліть її потенціальну енергію відносно підлоги.
2. Ковзаняр масою 60 кг рухається зі швидкістю 4 м/с. Знайдіть його кінетичну енергію.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3 Яблуко масою 0,2 кг падає з гілки дерева. Опишіть, як під час падіння змінюється співвідношення між потенціальною та кінетичною енергіями.

Математичний маятник

Рухоме тіло має механічну енергію, що складається з кінетичної та потенціальної, які можуть перетворюватися одна в одну під час руху. Розгляньте перетворення механічної енергії на прикладі коливань **математичного маятника** — тіла невеликих розмірів, підвішеного на тонкій нерозтяжній нитці (рис. 8.6). Таким тілом може бути металева кулька.

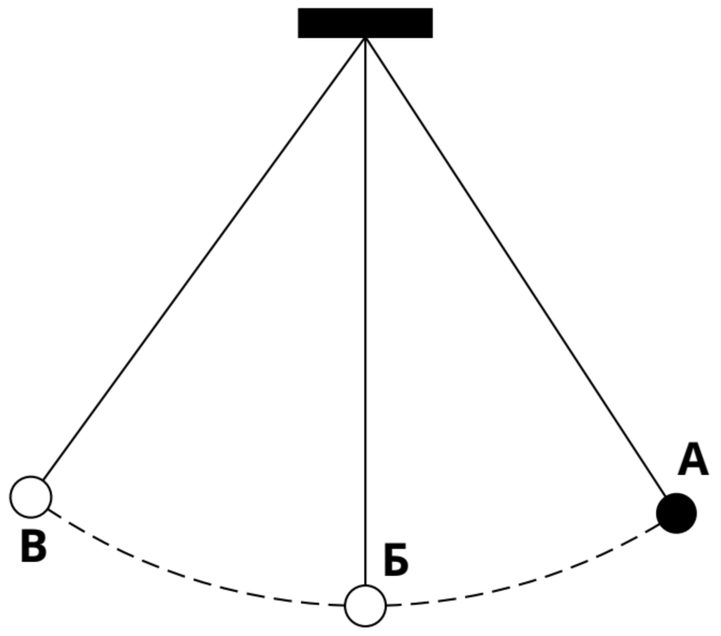


Рис. 8.6. Математичний маятник

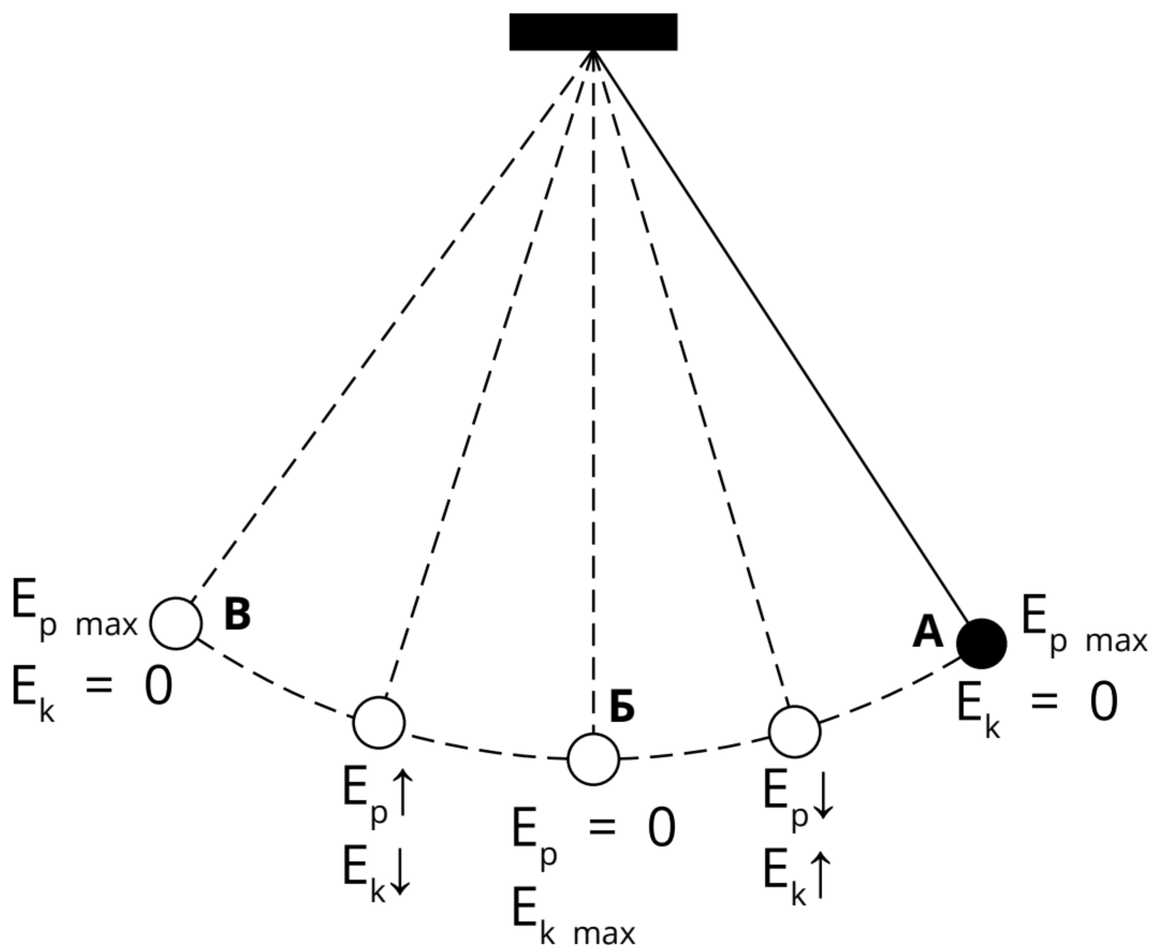


Рис. 8.7. Схема перетворення механічної енергії математичного маятника

Рух маятника демонструє **принцип збереження енергії**: вона не зникає і не втрачається, а лише переходить з однієї форми в іншу. Розгляньте поетапно рух математичного маятника для кращого розуміння принципу. На початку руху, в точці А (рис. 8.7), вантаж маятника перебуває в найвищому положенні та має максимальну потенціальну енергію $E_{p\ max}$. Оскільки рух відсутній, кінетична енергія $E_k = 0$. Отже, повна механічна енергія E в цей момент дорівнює максимальній потенціальній енергії.

$$E = E_k + E_{p\ max} = 0 + E_{p\ max} = E_{p\ max}$$

У процесі опускання маятник рухається з точки А до точки Б, висота зменшується, а разом з нею зменшується потенціальна енергія $E_p\downarrow$. Натомість швидкість руху зростає, що призводить до збільшення кінетичної енергії $E_k\uparrow$.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



$$E = E_k + E_p$$

У точці Б маятник проходить через положення рівноваги — його швидкість максимальна, вся енергія є кінетичною $E_{k\ max}$, а $E_p = 0$.

$$E = E_{k\ max} + E_p = E_{k\ max} + 0 = E_{k\ max}$$

Далі вантаж підіймається з точки Б до точки В. При цьому кінетична енергія зменшується $E_k\downarrow$, а потенціальна енергія зростає $E_p\uparrow$. Таким чином, кінетична енергія знову перетворюється на потенціальну.



$$E = E_k + E_p$$



У точці В, як і в точці А, потенціальна енергія досягає максимального значення $E_{p\ max}$. У точці В на мить вантаж маятника зупиняється для того, щоб змінити напрямок руху. Отже, кінетична енергія дорівнює нулю $E_k = 0$. У цей момент повна механічна енергія E дорівнює максимальній потенціальній енергії:

$$E = E_k + E_{p\ max} = 0 + E_{p\ max} = E_{p\ max}$$

Таким чином, під час коливань математичного маятника потенціальна енергія перетворюється на кінетичну і навпаки, а повна механічна енергія залишається сталою. На основі цього формулюється **закон збереження повної механічної енергії**: повна механічна енергія тіла не змінюється, якщо на нього не діють сили, що спричиняють втрати енергії.



Попрактикуйтеся

4 Математичний маятник із вантажем масою 0,2 кг відхилили так, що він піднявся на висоту 0,5 м, і відпустили. Визначте:

а) потенціальну енергію вантажу на початку руху;

б) кінетичну енергію вантажу в найнижчій точці;

в) повну механічну енергію маятника впродовж руху.

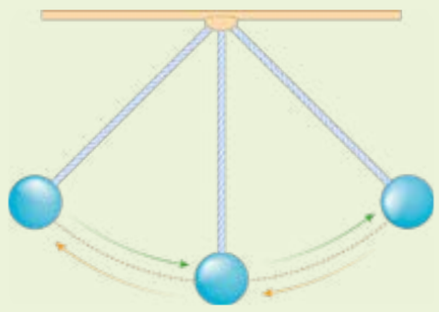
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

5 Розгляньте рис. 8.7.

а) Визначте, якими видами енергії володіє вантаж маятника в положенні між точками А і Б.

б) Поясніть, що принцип збереження енергії говорить про суму цих енергій упродовж руху.



Завдання 8.1. Спостереження за рухом маятника



У цьому дослідженні ви простежите зміну енергії маятника протягом його коливань.

1. Визначте, у яких положеннях маятника вантаж досягає найвищої та найнижчої точок своєї траєкторії.
2. Не маючи точного обладнання, оцінити швидкість непросто. Але поміркуйте:
   а) у якій точці рух найшвидший;
   б) у якій точці вантаж на мить зупиняється.
3. Змініть умови експерименту, щоб перевірити свої відповіді до пункту 2. Наприклад, змініть початкову висоту маятника або зніміть його рух на відео — це допоможе точніше визначити момент максимальної швидкості чи короткої зупинки.
4. Проаналізуйте, яку форму енергії має вантаж у точках А, Б і В на траєкторії руху.
5. Поясніть, як змінюється співвідношення кінетичної й потенціальної енергії між цими точками.
6. У зошиті зробіть схематичний рисунок маятника (аналогічний до рис. 8.6), зазначивши положення тіла й тип енергії в кожній точці.



Розсіювання енергії

У реальних умовах вантаж маятника щоразу підніматиметься трохи нижче, ніж раніше. Це пояснюється тим, що частина механічної енергії втрачається — розсіюється в навколишнє середовище, наприклад, через опір повітря. Унаслідок цього коливання маятника поступово згасають, і зрештою маятник зупиняється.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

6 У вакуумі маятник гойдався б нескінченно, а в повітрі його коливання згасають. Поміркуйте, куди зникає енергія, й обговоріть у парах.

7 Учень спускається велосипедом із гори.



а) Визначте, яку енергію має велосипедист на початку руху та в процесі спуску.

б) Поясніть, чому після довгого гальмування обід колеса чи гальмівні колодки нагріваються.

в) Як у цьому прикладі проявляється закон збереження енергії?



Коли тіло виконує роботу, частина витраченої енергії йде на **корисний результат**, а частина втрачається (наприклад, на тертя чи нагрівання). **Корисна робота** — це та частина роботи, яка використана для досягнення потрібної мети. Повна робота — уся **витрачена робота**. Щоб оцінити ефективність процесу, використовують **коефіцієнт корисної дії (ККД)**:

$$\eta = \frac{A_{кор}}{A_{повна}} \quad \text{або} \quad \eta = \frac{A_{кор}}{A_{повна}} \cdot 100\ \%$$



- $A_{кор}$ — корисна робота;
- $A_{повна}$ — уся витрачена робота.

Жоден реальний процес не має **100 % ККД**, адже завжди існують втрати.

Попрактикуйтеся

8* Об'єднайтеся в групи.



а) Виберіть один вид спорту (футбол, лижі, стрибки у воду, скейтбординг). Опишіть, як у ньому проявляється закон збереження механічної енергії.

б) Поясніть, які види енергії перетворюються в цьому процесі.

в) Створіть схему або малюнок, що ілюструє перетворення енергії.

г) Представте результати класу.

9 Підйомний кран витратив 50 кДж енергії, щоб підняти вантаж, а корисна робота становила 35 кДж. Обчисліть ККД крана.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Маятник Фуко

Один із найвідоміших маятників — маятник Фуко, який демонструє добове обертання Землі. Його винахідник — французький фізик і астроном Жан Бернар Леон Фуко (рис. 8.8), який 1851 року довів, що Земля обертається навколо своєї осі (рис. 8.9).



Рис. 8.8. Французький фізик Жан Бернар Леон Фуко



Рис. 8.9. Маятник Фуко

Коли маятник розгойдується, він рухається в тому ж напрямку, але з часом напрям поступово зміщується. Це не маятник змінює рух — це Земля обертається під ним. В Україні встановлено кілька маятників Фуко: у Києві, Харкові, Ужгороді, Переяславі, Луцьку. Київський маятник найбільший, а Ужгородський унікальний тим, що працює безперервно без додаткових запусків.

Підсумки

- Одиницями вимірювання енергії є джоулі (Дж), кілоджоулі (кДж), мегаджоулі (МДж) тощо.
- Енергія зберігається: вона не виникає й не зникає, а лише перетворюється з одного виду енергії на інший.
- Кількість енергії, яку було витрачено даремно, можна обчислити як різницю між загальною кількістю спожитої енергії та корисним виходом енергії.

Ключові поняття

Енергія, кінетична енергія, потенціальна енергія, механічна енергія, математичний маятник, джоуль.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу наводити приклади перетворення енергії.
- ☑ Я можу збирати достатньо точні та достовірні вимірювання для перевірки прогнозу.
- ☑ Я можу оцінювати ефективність енергетичних процесів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112342

Теплова енергія. Види теплопередачі

Будете навчатися:

- пояснювати, як відбувається передача теплової енергії між тілами;
- описувати особливості теплопровідності, конвекції, випромінювання, випаровування, кипіння;
- виконувати обчислення коефіцієнта корисної дії теплових процесів та пристроїв.

Температура. Вимірювання температури

Температура залежить від швидкості руху частинок: чим швидше рухаються частинки, тим вища температура. Для вимірювання температури використовують термометри (рис. 8.10, 8.11). У побуті застосовують шкалу Цельсія, у якій 0 °C відповідає температурі танення льоду, а 100 °C — температурі кипіння води за нормального тиску.



Рис. 8.10. Рідинний термометр



Рис. 8.11. Інфрачервоний термометр



Рис. 8.12. Шведський фізик, астроном і математик Андерс Цельсій

Один градус Цельсія (1 °C) — це одна сота температурного проміжку між точками замерзання та кипіння води за нормального атмосферного тиску. Шкала названа на честь шведського фізика й астронома Андерса Цельсія (рис. 8.12). Варто пам'ятати, що термометр показує власну температуру. Тому, вимірюючи температуру тіла, потрібно дочекатися, доки між тілом і термометром встановиться **теплова рівновага**.

У цьому стані обидва тіла мають однакову температуру, і тепло вже не передається від одного до іншого.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

1 Занурте одну руку в холодну воду, другу — в теплу, потримайте кілька хвилин, а потім обидві руки опустіть у воду кімнатної температури. Опишіть відчуття та поясніть напрям передавання енергії й момент установлення теплової рівноваги.

Температура та теплова енергія

частинка з меншою енергією (нижчою температурою)

частинка з більшою енергією (вищою температурою)

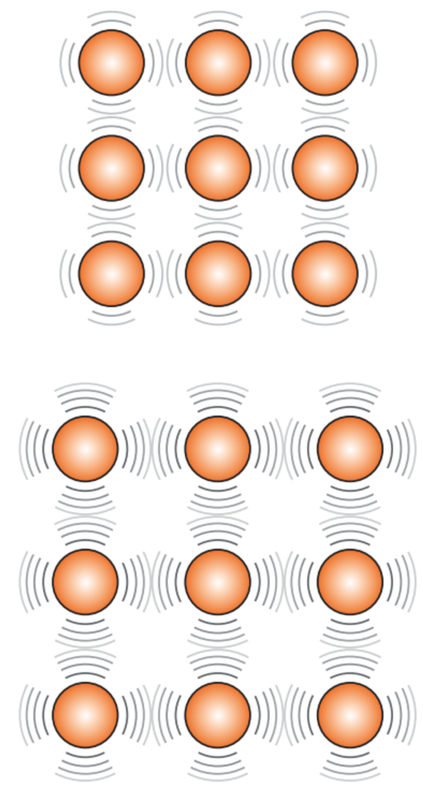


Рис. 8.13. За однакової кількості частинок тіло з вищою температурою має більший запас теплової енергії

Теплова енергія тіла залежить від руху та взаємодії його частинок. На рис. 8.13 показано: якщо частинки мають більшу енергію, температура вища. На рис. 8.14 видно: за однакової температури більша кількість частинок має більшу теплову енергію. Частинки постійно рухаються; інтенсивніший рух означає вищу температуру; більша кількість частинок забезпечує більший запас теплової енергії.

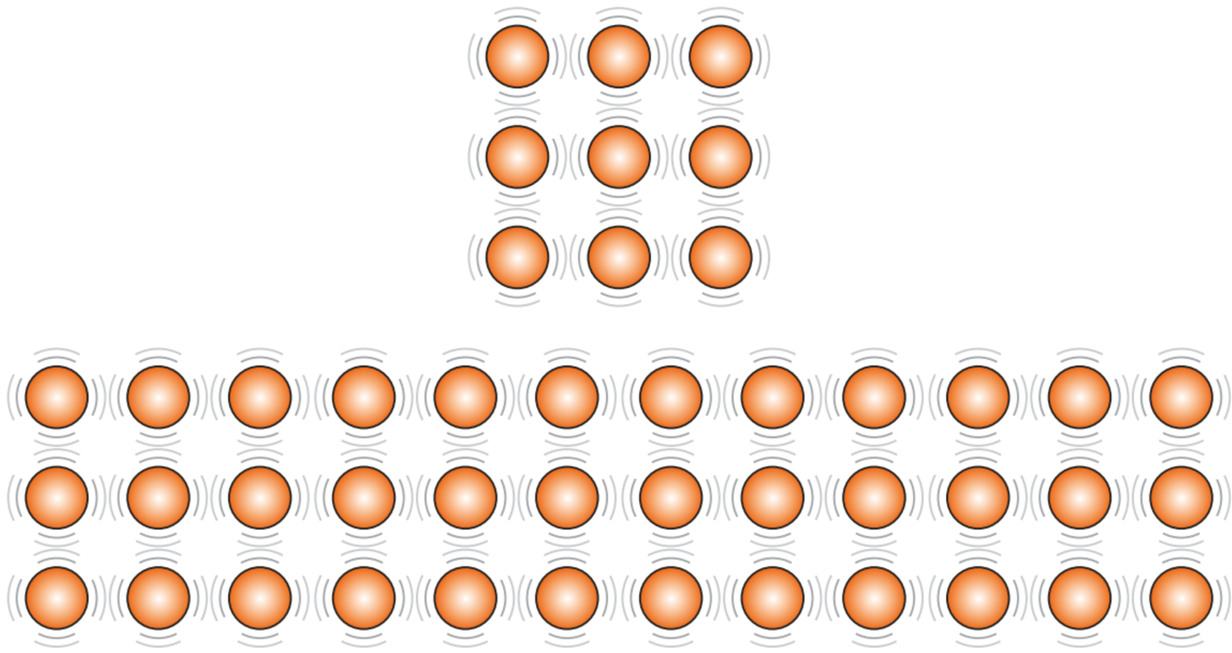


Рис. 8.14. За однакової температури тіло з більшою кількістю частинок має більший запас теплової енергії

Попрактикуйтеся

2 Що має більший запас теплової енергії: 1 літр води за температури 30 °С чи 200 см³ води за тієї ж температури? Поясніть свою відповідь.

3 Узимку в Україні буває досить холодно. Ганнуся каже, що щільні штори на вікнах зупиняють холод. Поясніть, чому таке твердження є неправильним і як насправді відбувається передача теплової енергії.



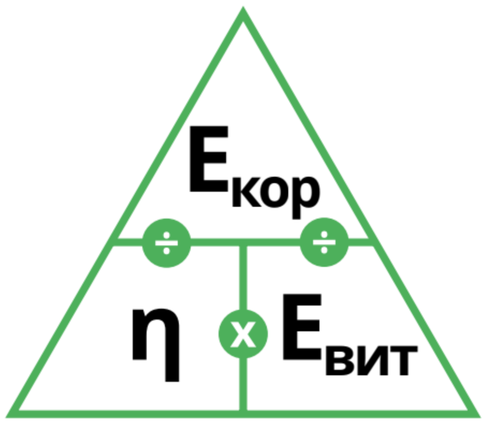
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розсіювання тепла



Під час роботи будь-якого пристрою частина енергії використовується на корисну дію, а частина втрачається. Це стосується й теплової енергії: у процесі її передавання певна кількість розсіюється в довкілля, роблячи його теплішим. Оскільки повністю уникнути втрат неможливо, використовують коефіцієнт корисної дії (ККД) — величину, що показує, яка частина витраченої енергії була використана ефективно. Формула для обчислення ККД:

$$\eta = \frac{E_{кор}}{E_{вит}} \quad \text{або} \quad \eta = \frac{E_{кор}}{E_{вит}} \cdot 100\ \%$$





- η — коефіцієнт корисної дії;
- $E_{кор}$ — енергія корисна;
- $E_{вит}$ — енергія витрачена.

Попрактикуйтеся

4 Теплова гармата спожила 2 МДж енергії. На нагрівання повітря було витрачено 1,4 МДж. Обчисліть ККД пристрою.

Атоми

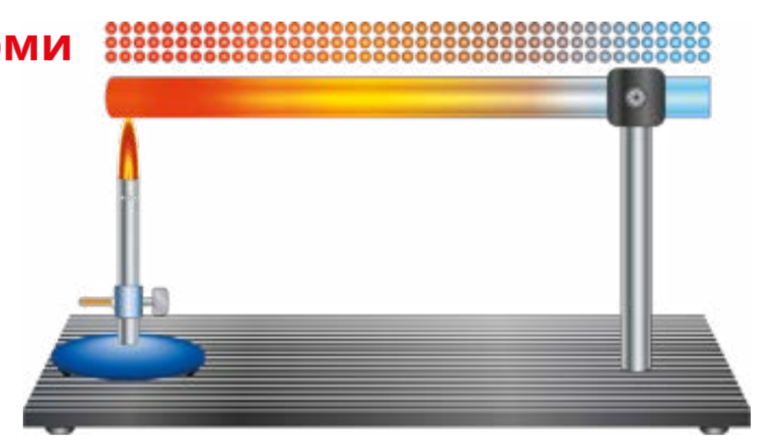


Рис. 8.15. Передавання тепла у твердих тілах відбувається через взаємодію частинок речовин

Теплопровідність

Теплопередача (**теплообмін**) — це передавання тепла від теплого тіла до холодного. Існує три її види: теплопровідність, конвекція і випромінювання. **Теплопровідність** — передача тепла всередині речовини через взаємодію частинок, особливо ефективна в металах (рис. 8.15).

Неметали є поганими провідниками тепла, тому їх називають **ізоляторами**. До них належать вовна, пластик, дерево та повітря. Вони утримують тепло, тому використовуються як утеплювачі в теплому одязі й будівлях, зокрема повсть у юртах (рис. 8.16). У природі прикладом теплоізоляції є шерсть білих ведмедів. Її порожнисті волокна добре утримують тепло.



Рис. 8.16. Монгольська юрта, утеплена повстю

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

У побуті ізоляційні матеріали використовують, зокрема, для виготовлення ручок посуду, щоб уникнути опіків.

Попрактикуйтеся

5 Чому сковорідки виготовляють із металу, а ручки — з дерева або пластику?

6 Яким чином кілька шарів одягу, що утримують повітря між ними, допомагають краще зберігати тепло взимку?



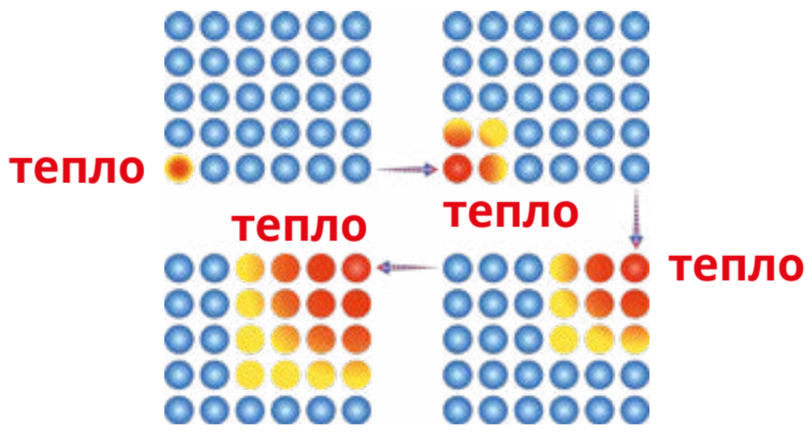


Рис. 8.17. Теплова енергія передається від однієї частинки до сусідніх

Під час теплопровідності теплова енергія передається між частинками, які коливаються та взаємодіють між собою. Це характерно для твердих тіл, де частинки розташовані близько (рис. 8.17). Рідини й гази проводять тепло гірше, ніж тверді тіла, оскільки їхні частинки розташовані далі одна від одної, що ускладнює передавання енергії.

Попрактикуйтеся

7* Використайте модель частинок речовин, щоб пояснити:
а) чому тверді тіла проводять тепло найкраще;
б) чому рідини проводять його гірше за тверді тіла;
в) чому гази є найслабшими провідниками теплової енергії.

Конвекція

Конвекція — вид теплопередачі, характерний для рідин і газів. Нагріта речовина стає менш щільною й підіймається вгору, а охолоджена опускається, утворюючи **конвекційні потоки**. Так вода нагрівається в чайнику (рис. 8.18), повітря циркулює в кімнаті під час опалення (рис. 8.19). Подібні процеси відбуваються й у природі. Конвекція в атмосфері зумовлює утворення вітру (рис. 8.20), а в мантії Землі — рух літосферних плит (тектоніку).

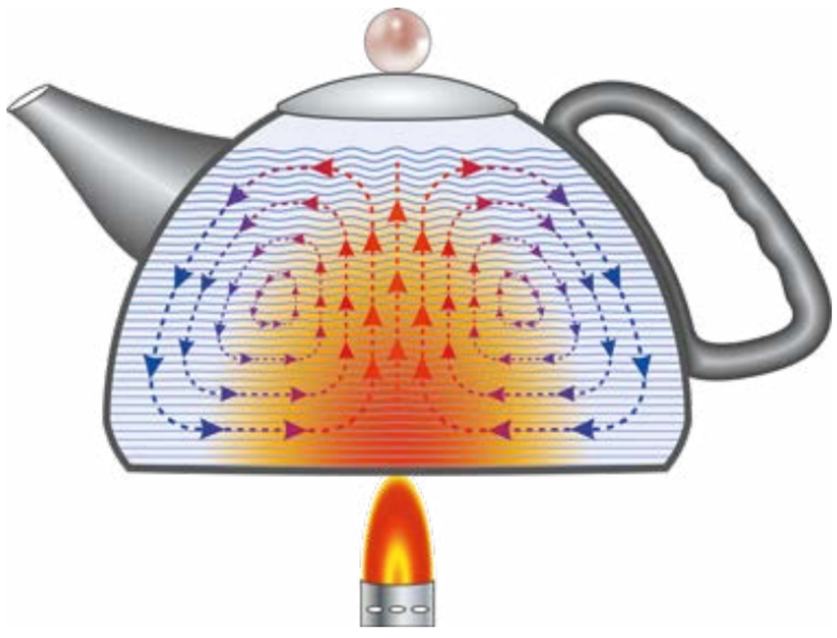


Рис. 8.18. Конвекція в рідині

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

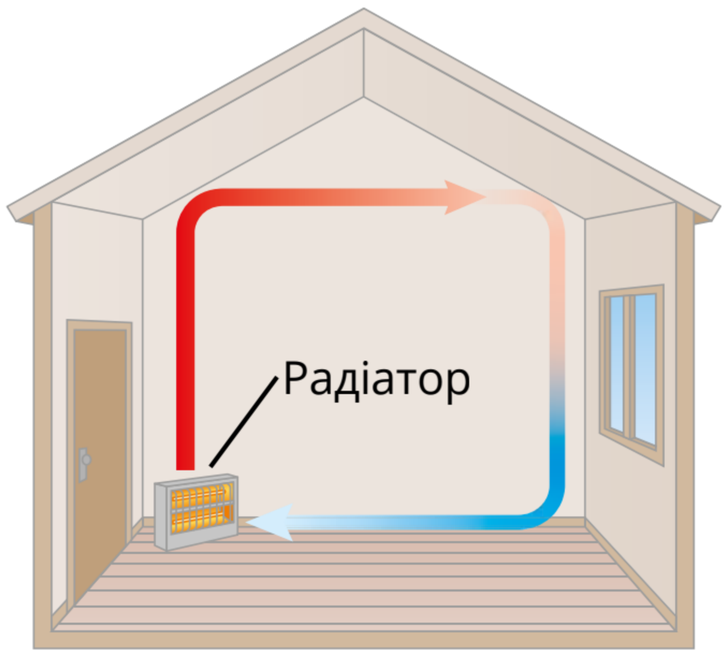


Рис. 8.19. Конвекція в кімнаті



Рис. 8.20. Конвекція в атмосфері Землі

Попрактикуйтеся

8 Поясніть, чому конвекція не може відбуватися у вакуумі.

9 Чому конвекція можлива в рідинах і газах, але не відбувається у твердих тілах?



Випромінювання

Випромінювання — це передавання енергії у просторі у вигляді електромагнітних хвиль різної довжини (радіохвилі, інфрачервоні, видиме світло, ультрафіолетові, рентгенівські та γ-випромінювання), що поширюються від джерела в навколишнє середовище (рис. 8.21).



Рис. 8.21. Енергія Сонця надходить на Землю у вигляді випромінювання

Під час випромінювання теплова енергія передається без контакту речовин і може відбуватися у вакуумі. Світлі блискучі поверхні погано поглинають і випромінюють тепло, а темні матові — добре. Тому для збереження тепла використовують світлі або блискучі матеріали, а для відведення тепла, наприклад, у комп'ютерах, — чорні поверхні.

Попрактикуйтеся

10 Поміркуйте, чому тепло від вогню відчувається навіть тоді, коли ви стоїте на віддалі?

11 Як колір автомобіля впливає на його нагрівання в сонячну погоду?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 8.2. Поглинання теплового випромінювання

1. Підготуйте дві однакові металеві банки: одну білу, іншу чорну. Налийте однакову кількість води, використайте два термометри та джерело інфрачервоного випромінювання або сонячне світло.
2. Сплануйте дослідження: фіксуйте температуру води в обох банках через рівні інтервали часу, забезпечте однакові умови освітлення й відстань до джерела тепла.
3. Передбачте, які результати отримаєте, і поясніть свою думку. Поясніть очікування та за бажанням перевірте інші кольори.



Наука в дії. Теплова енергетика України



Рис. 8.22. ТЕЦ-5 у Харкові забезпечує половину міста теплом та гарячою водою

Теплова енергетика України забезпечує електроенергією та теплом за допомогою теплових електростанцій (ТЕС) і теплоелектроцентралей (ТЕЦ). ТЕС виробляють електроенергію, ТЕЦ — ще й тепло для опалення та водопостачання. Основне паливо — вугілля, газ, мазут. Найбільші об'єкти: Запорізька, Бурштинська, Криворізька, Трипільська ТЕС, Київські ТЕЦ-5 і ТЕЦ-6, Харківські ТЕЦ-3 і ТЕЦ-5 (рис. 8.22). До 2022 року вони давали близько третини електроенергії країни. Унаслідок війни багато станцій пошкоджено, але триває їх відновлення та модернізація для підвищення ефективності й зменшення викидів.

Випаровування й кипіння

Якщо залишити склянку з водою не прикритою кришкою, з часом рівень води зменшиться. Це відбувається через **випаровування** — процес, коли найшвидші частинки води відриваються від поверхні й переходять у газоподібний стан. Випаровування відбувається повільно, може тривати за будь-якої температури й відбувається швидше, коли вода тепліша.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

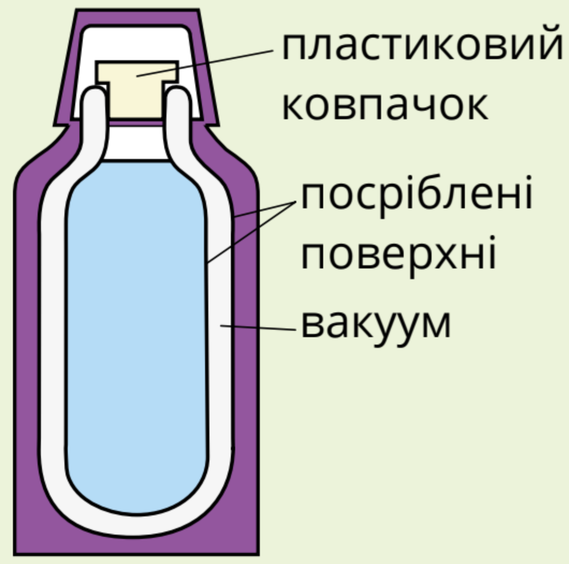


Кипіння — це швидке перетворення рідини на газ, яке відбувається лише за певної температури — точки кипіння. Під час кипіння всі частинки отримують достатньо енергії, щоб залишати рідину. Для цього потрібне зовнішнє нагрівання.

Попрактикуйтеся

12* Об'єднайтеся в групи. Виконайте інформаційний пошук: за додатковими джерелами опишіть будову та принцип дії термоса й термоковдри.

13 Розгляньте рисунок. Визначте, якими способами вакуумна колба допомагає зберігати рідину гарячою або холодною.



Підсумки

- Теплова енергія завжди переходить від тіл із вищою температурою до тіл із нижчою.
- Теплопередача здійснюється теплопровідністю, конвекцією, випромінюванням і випаровуванням.
- Теплопровідність характерна для твердих тіл.
- Конвекція відбувається в рідинах і газах.
- Випромінювання — це передавання теплової енергії у вигляді інфрачервоного випромінювання.

Ключові поняття

Теплова енергія, теплопередача, теплопровідність, конвекція, випромінювання, термометр, градус Цельсію, коефіцієнт корисної дії.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу пояснити, як відбувається теплопровідність, конвекція, випромінювання.
- ☑ Я можу робити висновки про теплову енергію, аналізуючи результати досліджень.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Алла гойдається на гойдалці. Виберіть два правильних твердження.



А У найвищій точці Алла має максимальну кінетичну енергію.

Б У найнижчій точці Алла має максимальну потенціальну енергію.

В У найвищій точці Алла не має кінетичної енергії.

Г У найнижчій точці потенціальна енергія Алли дорівнює нулю.



2. Визначте, який спосіб передавання теплової енергії переважає в наведених прикладах.

а) Нагрівання води в посудині, що стоїть над полум'ям газового пальника.

б) Переміщення тепла у вакуумі космосу від Сонця до Землі.

в) Передавання теплової енергії вздовж металевої ложки.

3. Який із кольорів поверхні — блискучий білий чи матовий чорний — найкраще підійде в кожному випадку?

а) для виділення теплового випромінювання;

б) для поглинання теплового випромінювання;

в) для відбивання теплового випромінювання.

4. Який із наведених способів є прикладом теплопровідності?

А виділення тепла;

Б поглинання тепла;

В відбивання тепла.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

5. Побудуйте графік або діаграму зміни потенціальної та кінетичної енергій маятника під час одного повного коливання.



6. Наведіть 3 приклади, де в повсякденному житті відбувається перетворення енергії з одного виду на інший. У кожному прикладі опишіть, які види енергії беруть участь та як саме перетворюється енергія.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



7. У Київському планетарії встановлено маятник Фуко довжиною 16 метрів, маса кулі — 50 кг. У момент найбільшого відхилення центр кулі піднявся на висоту 0,8 м відносно найнижчої точки.

а) Обчисліть потенціальну енергію кулі маятника в найвищій точці.

б) Якою буде повна механічна енергія маятника (за умови відсутності втрат на тертя й опір повітря)?

в) Обчисліть кінетичну енергію кулі в положенні рівноваги.

III. Проводжу дослідження природи

8. У кімнаті працює радіатор опалення. Повітря поблизу радіатора тепліше, ніж біля підлоги навпроти вікна.

а) Який спосіб теплопередачі переважає в цьому випадку?

б) Чому тепле повітря піднімається вгору?

в) Як ця ситуація підтверджує закономірність: тепло передається від тіла з вищою температурою до тіла з нижчою температурою?





9. Поясніть таке.

а) Чому теплове випромінювання від Сонця може дістатися Землі тільки шляхом випромінювання?

б) Чому у твердих тілах не відбувається конвекція?

в) Чому гази проводять тепло ефективніше, коли вони стиснуті в невеликому об’ємі?

10. На рисунку зображений камін, який використовують для обігріву кімнати. Він розташований біля зовнішньої стіни.



а) Поясніть, чому димохід печі пофарбований у чорний колір.

б) Чому димохід спрямований вертикально вгору через стелю, а не горизонтально через стіну?

в) Обґрунтуйте, чому камін установлений біля підлоги й далі від стіни.

г) Частина тепла втрачається, проходячи через стіну. Яким способом відбувається передавання теплової енергії крізь стіну (теплопровідністю, конвекцією чи випромінюванням)?

ґ) Як можна зменшити втрати теплової енергії через стіну?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 9.
Сили

9

У повсякденному житті ми часто спостерігаємо: одні тіла плавають, інші — тонуть. Наприклад, деревина тримається на поверхні води, а шматок металу швидко занурюється. Це явище залежить від маси, об’єму та густини тіла.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- за яких умов тіло плаває, занурюється або перебуває в рівновазі;
- як рідини й гази створюють виштовхувальну силу;
- які властивості визначають плавання чи занурення тіл.

У цьому розділі ви навчитеся:

- висувати гіпотези й перевіряти їх дослідами;
- пояснювати умови плавання тіл за допомогою наукових моделей;
- вимірювати виштовхувальну силу та робити висновки на основі отриманих результатів.

rnk.com.ua/112343

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112344

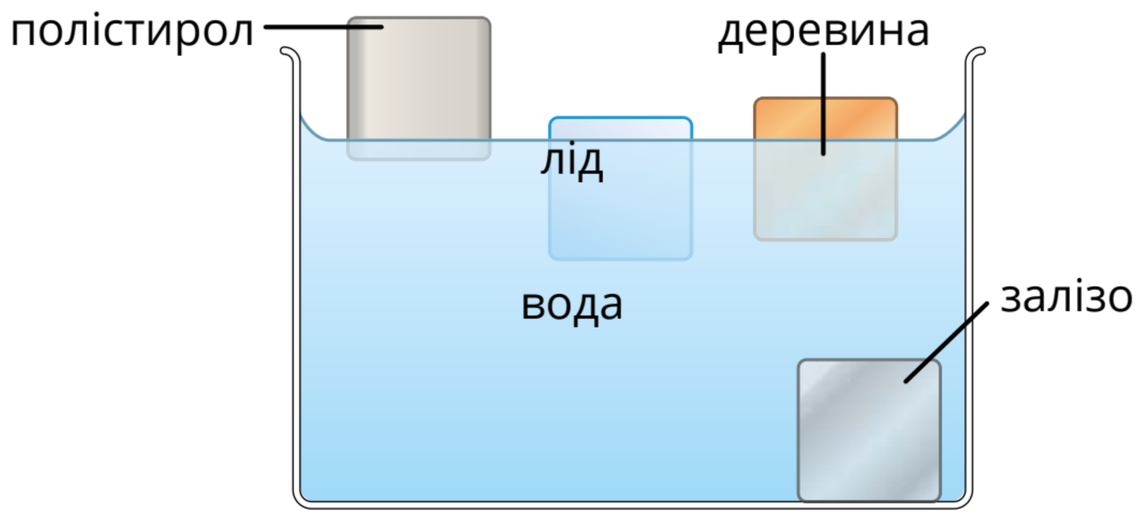
Виштовхувальна сила рідин та газів

Будете навчатися:

- визначати виштовхувальну силу (силу Архімеда) різними способами;
- записувати наукові ідеї у вигляді формул та символічних позначень;
- робити прогнози та пояснювати їх, спираючись на наукові знання й логічне мислення.

Виштовхувальна сила

Чому тіло у воді здається легшим, ніж у повітрі? Чому повітряна куля здіймається в небо, а підводний човен може змінювати глибину навіть без роботи двигунів? Яка сила діє на тіла й дає їм змогу плавати?



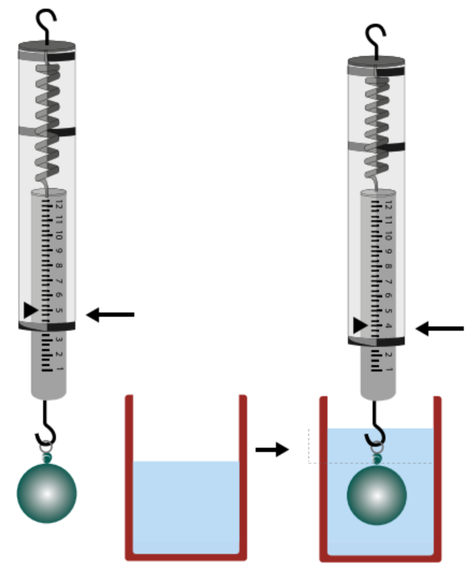


Щоб зрозуміти, що це за сила, проведіть дослідження.

Завдання 9.1. Визначення виштовхувальної сили

Виштовхувальну силу можна визначити, вимірявши зміну ваги тіла у воді.

Обладнання: динамометр, тіла різної форми та з різних матеріалів, посудина з водою.



1. Виміряйте вагу тіла в повітрі за допомогою динамометра.
2. Занурте тіло в посудину з водою та знову зафіксуйте покази.
3. Обчисліть різницю між цими значеннями. Вона дорівнює виштовхувальній силі, що діє на тіло у воді.
4. Повторіть вимірювання та обчислення для всіх тіл.
5. Зробіть висновок, від чого залежить виштовхувальна сила.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся



1. Наведіть приклади з життя, які доводять існування виштовхувальної сили.
2. У селищі Солотвино на Закарпатті є озеро, про яке складали легенди: речі, кинуті у воду, не тонули, а залишалися на поверхні. Люди вважали це чаклунством. Чому предмети утримуються на поверхні цього озера?
3. Чи можна зробити так, щоб тіло, яке зазвичай тоне у воді, почало плавати? Наведіть приклади та поясніть.
4. Вага яблука в повітрі становить 3,5 Н, а у воді — 0,5 Н. Обчисліть архімедову силу, що діє на яблуко.
5. 

   На фестивалі аеростатів учні та учениці спостерігали, як величезні повітряні кулі здіймаються в небо.
   а) Поясніть, чому куля піднімається.
   б) Від чого залежить висота її польоту?
   в) Запропонуйте заходи безпечної поведінки, які слід урахувати під час запуску.

Способи визначення виштовхувальної сили

1. Аналітичний спосіб



Виштовхувальну силу можна обчислити за допомогою формули:

$$F_в = \rho g V$$

- $F_в$ — виштовхувальна сила;
- ρ — густина рідини чи газу;
- g — прискорення вільного падіння;
- V — об’єм зануреної частини тіла.

Цей спосіб зручно подавати у вигляді текстової формули (рис. 9.1) або графічної схеми (рис. 9.2).

виштовхувальна сила = густина рідини • прискорення вільного падіння • об’єм тіла

Рис. 9.1. Текстова формула виштовхувальної сили

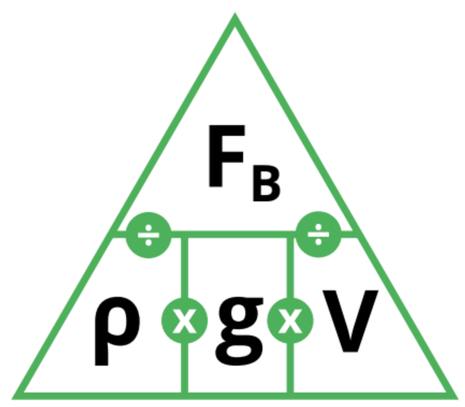
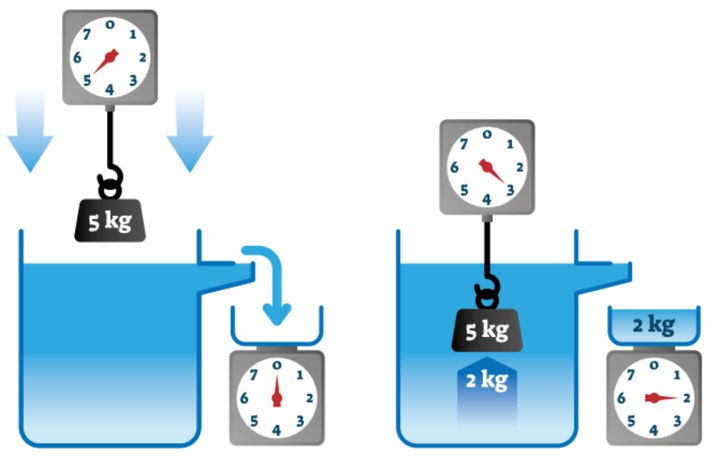


Рис. 9.2. Графічна схема формули виштовхувальної сили

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

2. Експериментальний спосіб

Для проведення досліду використовують **відливну посудину**, наповнену водою. Коли тіло занурюють у рідину, частина води витісняється й виливається через спеціальний зливний отвір. Щоб визначити силу, яка діє на тіло у воді, зібрану витіснену рідину зважують. Виявляється, що **вага вилитої води дорівнює виштовхувальній силі**.



Закон Архімеда

Цю залежність установив давньогрецький учений **Архімед** і сформулював у вигляді **закону**, який носить його ім'я.



На тіло, занурене в рідину або газ, діє виштовхувальна сила, яка напрямлена вертикально вгору й дорівнює вазі рідини або газу, витіснених цим тілом.

$F_A = P_{\text{рідини або газу}}$ або $F_A = m_{\text{рід}} \cdot g$

Попрактикуйтеся

6 Два тіла однакового об'єму, виготовлені зі скла та заліза, опустили у воду. Чи однакові виштовхувальні сили діють на них? Поясніть свою відповідь.

7 Для виконання підводних робіт використовують спеціальні водолазні костюми (рис. 9.3). Їхня маса сягає понад 50 кг, адже підошви роблять свинцевими, щоб збільшити вагу водолаза й надати йому більшої стійкості під час роботи у воді. Як, на вашу думку, водолаз може пересуватися в такому важкому костюмі?

8 Об'єм шматка заліза дорівнює 0,3 $дм^3$. Визначте виштовхувальну силу, що діє на нього під час повного занурення у воду.

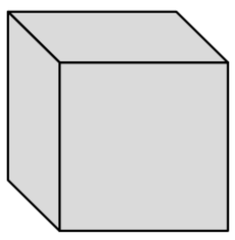


Рис. 9.3. Водолазний костюм

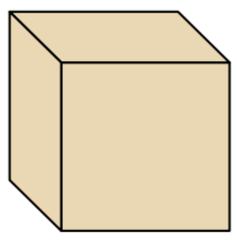
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Густина тіла. Одиниці вимірювання густини

У повсякденному житті можна почути, що залізо важче за дерево. Насправді шматок дерева може мати більшу масу, ніж маленький залізний цвях. Тут ідеться не про масу, а про **густину** речовини. Кожне тіло має певну масу та об'єм. Відношення маси тіла до його об'єму називають **густиною**.



залізо
маса 8 г



деревина
маса 0,9 г

Рис. 9.4. Блоки однакового об'єму (залізо має більшу густину, тому й більшу масу, ніж дерево)

Густину можна обчислити за допомогою формули:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- **ρ** (ро) — густина;
- **m** — маса тіла;
- **V** — об'єм тіла.

густина = маса ÷ об'єм

Рис. 9.5. Текстова формула густини

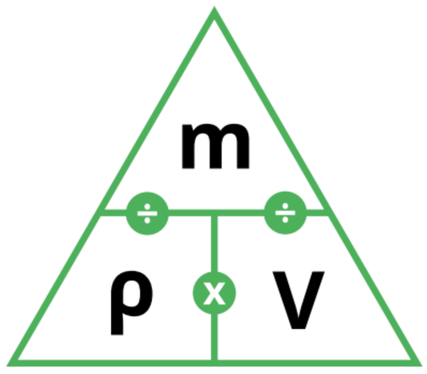


Рис. 9.6. Графічна схема формули густини

Одиниці вимірювання густини в SI: **кг/м³** (кілограм на кубічний метр). Співвідношення одиниць: 1000 кг/м³ = 1 г/см³.

Попрактикуйтеся

9 Густина ртуті дорівнює 13,6 г/см³. Запишіть її в одиницях кг/м³.

10* У магазині ви хочете переконатися, що мед є натуральним. Відомо, що густина справжнього меду становить приблизно 1,4 г/см³. Об'єм банки — 500 см³; маса меду в банці — 700 г.

а) Обчисліть густину меду.

б) Порівняйте її зі значенням для натурального меду.

в) Зробіть висновок, чи відповідає продукт стандартам якості.



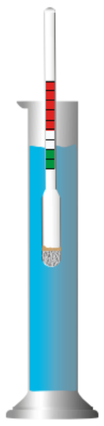
11* Маса людини — 60 кг, а її тіло витісняє у воді 58 л. Обчисліть середню густину тіла людини. Порівняйте її з густиною води. Поясніть, чому людина може плавати.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Використання ареометра



Винахід або значне вдосконалення ареометра пов'язують з ім'ям Гіпатії Олександрійської (IV ст. н. е.). Ареометр — це прилад для вимірювання густини рідин. Його робота ґрунтується на законі Архімеда: чим густіша рідина, тим менше ареометр занурюється. Цей прилад широко застосовують у промисловості та побуті. У харчовій галузі ареометр допомагає визначати густину молока, соків, сиропів тощо і контролювати їхню якість. У хімічній промисловості він потрібний для вимірювання концентрації кислот і лугів, у нафтопереробній — для перевірки густини бензину, дизеля та мастил. В автомобільній справі ареометром вимірюють густину електроліту в акумуляторах. У медицині спеціальні ареометри використовують для аналізу біологічних рідин, а в сільському господарстві — для контролю добрив і кормових добавок. Навіть у побуті він може стати в пригоді — наприклад, для перевірки густини меду чи соляного розчину. Отже, ареометр є важливим приладом, що забезпечує точність вимірювань і контроль якості продукції.



Підсумки

- Виштовхувальна сила, або сила Архімеда, — це сила, яка діє на тіло, занурене в рідину або газ, і спрямована вертикально вгору.
- Густина — це фізична величина, що показує, яка маса речовини міститься в одиниці її об’єму.
- Закон Архімеда: тіло, занурене в рідину або газ, виштовхується з нього силою, що дорівнює вазі витісненої рідини або газу.

Ключові поняття

Виштовхувальна сила, густина, закон Архімеда, ареометр.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.
- ☑ Я можу робити й пояснювати прогнози, спираючись на наукові знання.
- ☑ Я можу спланувати дослідження для перевірки гіпотези.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- пояснювати, чому тіла плавають або тонуть, порівнюючи їхні густини;
- проводити спостереження, записувати результати та формулювати висновки;
- класифікувати об’єкти за їхньою поведінкою в рідині.

Поведінка тіл у рідині

Коли тіло занурюється в рідину, воно відчуває тиск з усіх боків, адже частинки рідини безперервно рухаються та тиснуть на його поверхню.

На бічні сторони діє тиск, однаковий за величиною й протилежний за напрямком, тому вони взаємно врівноважуються. Однак тиск зростає з глибиною, тому на нижню поверхню тіла діє більша сила, ніж на верхню. Унаслідок цього виникає **виштовхувальна сила**, напрямлена вгору.

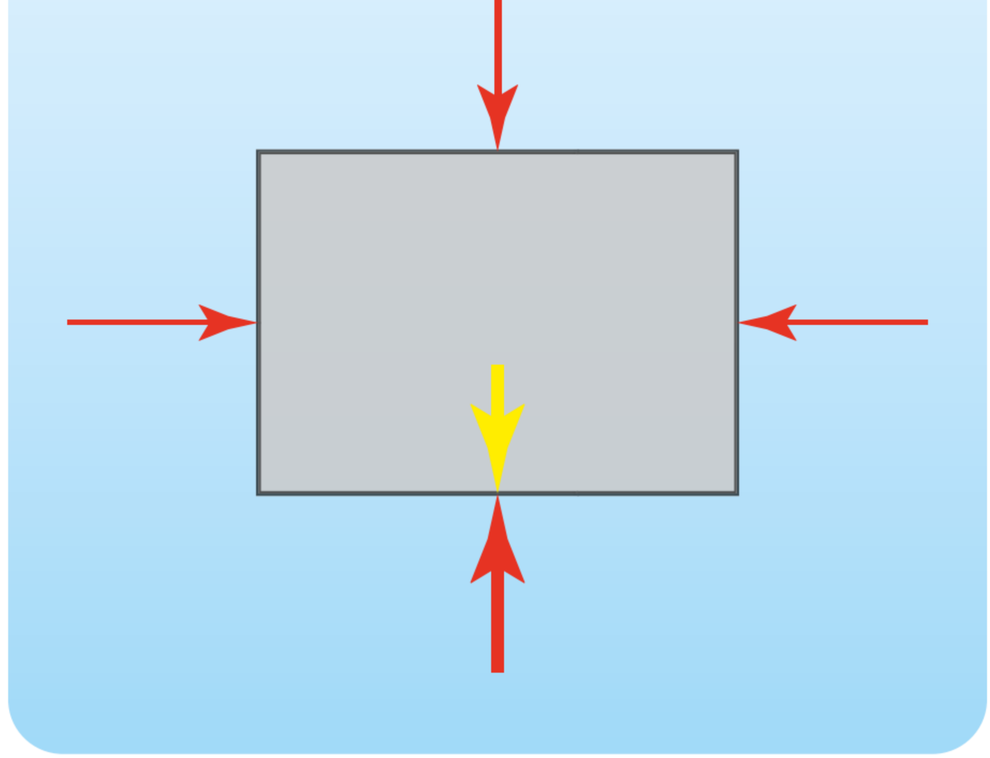
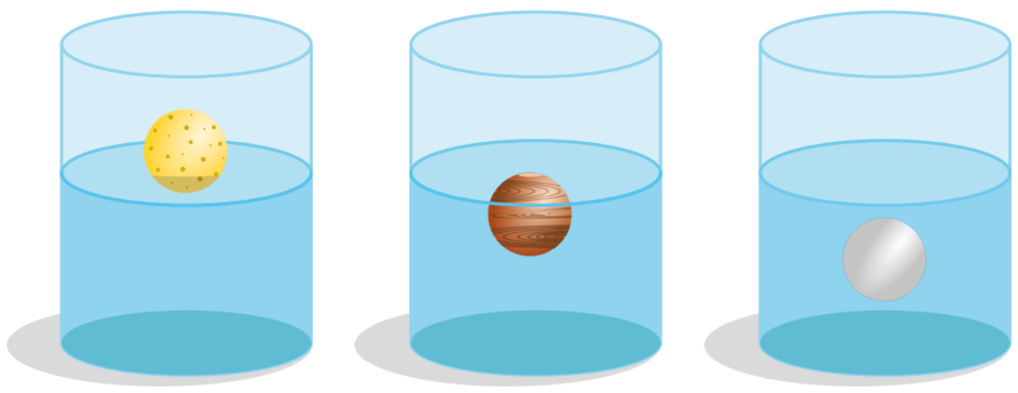
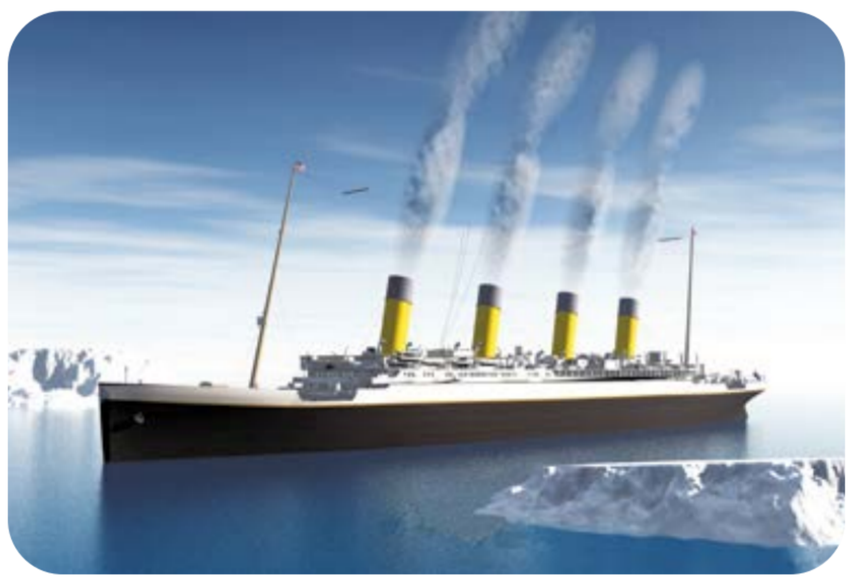


Рис. 9.7. Виштовхувальна сила виникає тому, що тиск рідини зростає з глибиною



Величина виштовхувальної сили залежить від **об’єму зануреної частини тіла** та **густини рідини**. Проте тіла однакового об’єму можуть поводитися по-різному: одне спливає на поверхню, друге утримується всередині рідини, а третє тоне. Чому так відбувається?

Тіла з меншою густиною, ніж вода, плавають на її поверхні, а з більшою густиною — тонуть. Отже, не маса визначає, чи буде тіло плавати чи занурюватися, а саме його густина. Тому великий сталевий корабель може плавати на воді: середня густина всього корабля (металевий корпус разом із повітрям усередині) менша за густину води.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

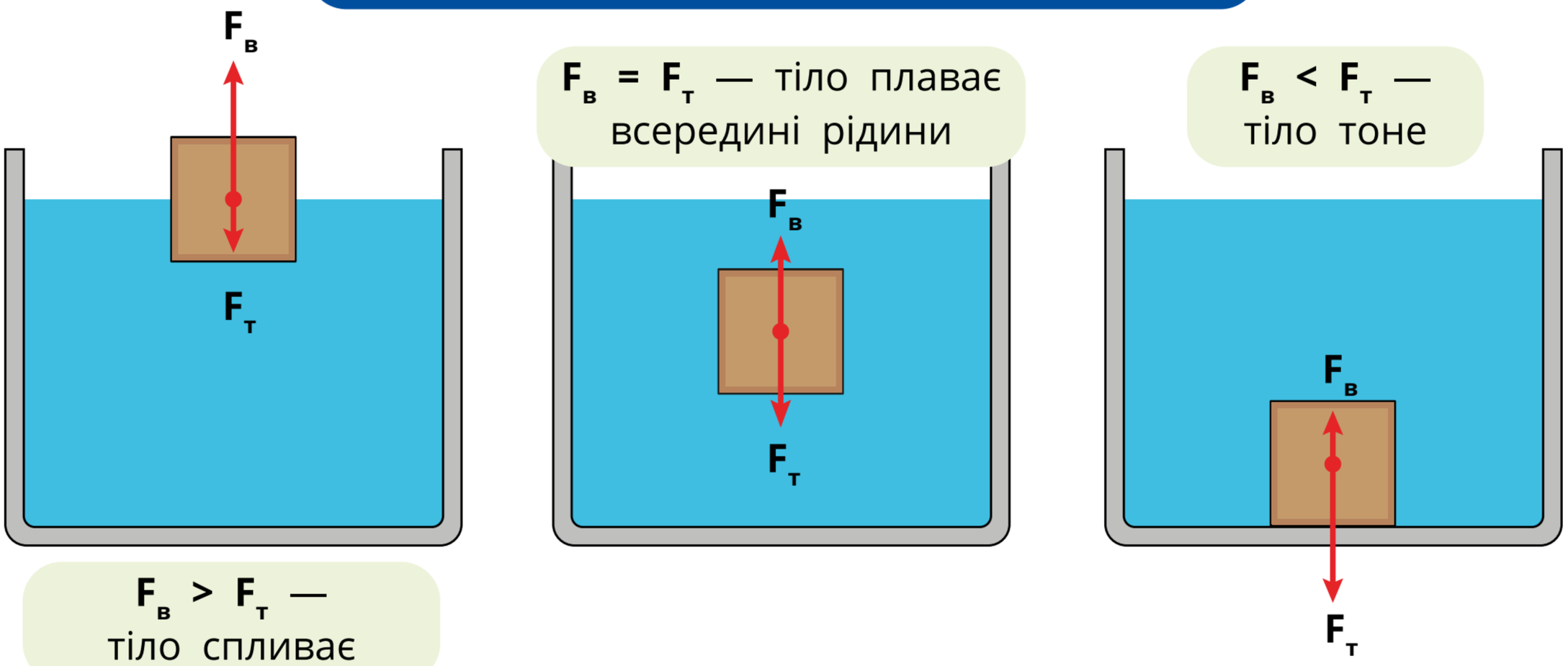
Сили, що діють на тіло в рідині

На будь-яке тіло в рідині діють дві сили:

- **сила тяжіння** (вага тіла) — напрямлена вертикально вниз;
- **виштовхувальна сила** (сила Архімеда) — напрямлена вгору.

Результат дії цих сил визначає поведінку тіла.

Рух тіла в рідині: сила й напрям



Плавання тіл і густина

Аналізуючи плавання тіл, зручно не лише враховувати дію сил, а й порівнювати густину тіла з густиною рідини. Такий підхід дає можливість швидко передбачити, як поводитиметься тіло в рідині:

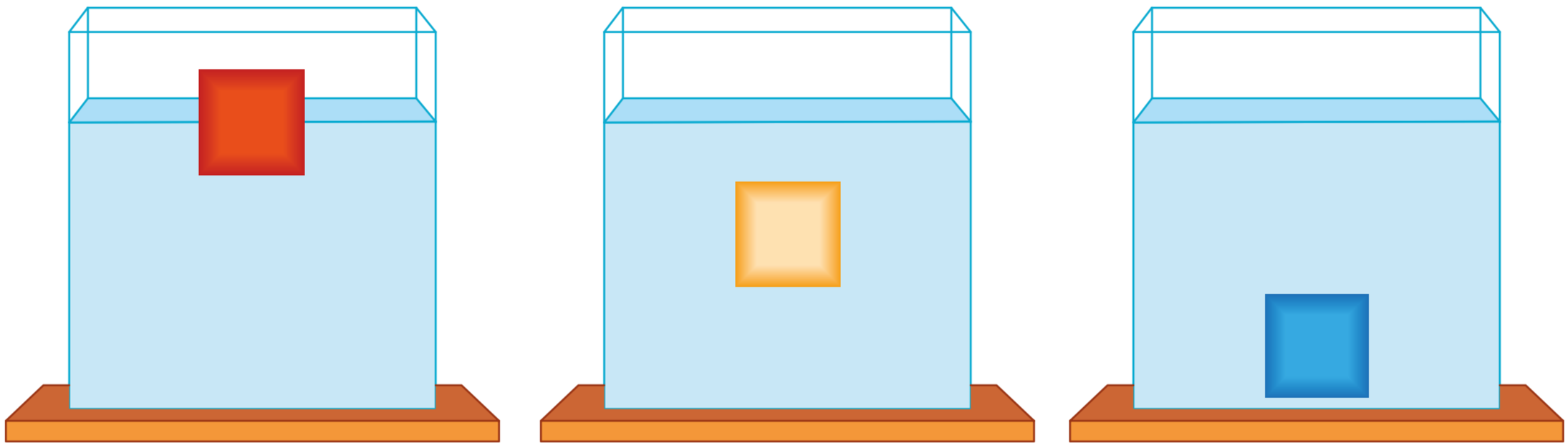
- якщо густина тіла **більша**, ніж у рідини — тіло потоне;
- якщо густини **рівні** — тіло плаває всередині рідини;
- якщо густина тіла **менша**, ніж у рідини — тіло спливе.



Густина поєднує два важливі параметри — **масу** та **об’єм**. Вона впливає і на **силу тяжіння** (через масу тіла), і на **виштовхувальну силу** (через об’єм витісненої рідини). Метод порівняння густин широко застосовують у техніці, природничих науках і побуті. Він дає змогу робити прогнози без складних розрахунків: достатньо знати лише густину тіла та густину рідини, щоб передбачити результат.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Рух тіла в рідині залежно від густини



$\rho_р > \rho_т$ — тіло плаває на поверхні

$\rho_р = \rho_т$ — тіло плаває всередині рідини

$\rho_р < \rho_т$ — тіло тоне

Вплив форми тіла на плавання



Речовини з більшою густиною, ніж у води, зазвичай тонуть. Проте, якщо змінити форму тіла так, щоб воно витісняло більше води, воно може плавати. **Приклад:** кулька з пластиліну чи фольги потоне, але якщо надати їй форми чаші, вона витіснить більший об'єм води й буде триматися на поверхні.

Попрактикуйтеся

1 Розташуйте речовини та матеріали з таблиці в порядку зростання густини. Визначте, які з них будуть плавати у воді, а які — тонути.

Речовина / матеріал	Густина (г/см³)	Речовина / матеріал	Густина (г/см³)
Залізо	8,0	Поліетилен	0,8
Деревина (сосна)	0,4–0,7*	Алюміній	2,7
Латунь	8,7	Золото	19,0
Полістирол	0,01	Віск	0,9
Свинець	11,0	Вода	1

* Густина деревини залежить від породи й змінюється через різний вміст вологи

2 Об'єднайтеся в пари та створіть «шкалу плавучості». Візьміть кілька речовин або матеріалів (пінопласт, деревина, поліетилен, скло, алюміній, свинець) і розташуйте їх за зростанням густини. Визначте, які з них плаватимуть у воді, які — в олії, а які потонуть у воді.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

3* Ознайомтеся з таблицею густин води в різних водоймах України. Визначте, у яких із них тіло з густиною 1,05 г/см³ буде плавати, а де — тонути. Поясніть, як солоність впливає на густину води й силу виштовхування. Знайдіть ці водойми на карті.

Водойма	Тип води	Орієнтовна густина (г/см³)
Сиваш (солоне озеро)	Дуже солона	≈1,15–1,20
Чорне море	Морська	≈1,02–1,03
Азовське море	Слабосолона	≈1,01–1,02
Дніпро, Дністер	Прісна	≈0,99–1,00
Озеро Світязь	Прісна	≈0,99–1,00

Плавання в живій природі



Організми, що мешкають у воді (риби, молюски, водяні павуки), мають тіла з високим вмістом води, тому їхня густина близька до густини води. Це дає змогу легко утримуватися у воді. Для регулювання положення у воді організми використовують спеціальні механізми. У риб це **плавальний міхур** — орган, наповнений газом.



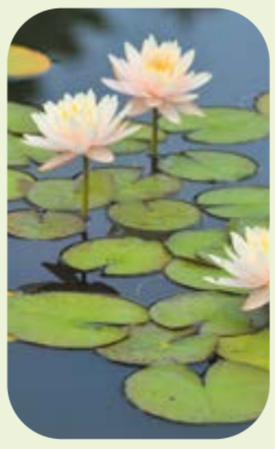
Змінюючи його об’єм, риби змінюють свою середню густину й можуть опускатися чи підніматися. Подібно діє й наутилус, який має внутрішні камери, заповнені газом. Таким чином, зміна об’єму газу в тілі дає змогу регулювати густину й контролювати плавучість.

Попрактикуйтеся

4 Які особливості будови тіла риб допомагають їм регулювати глибину занурення? Наведіть приклади.

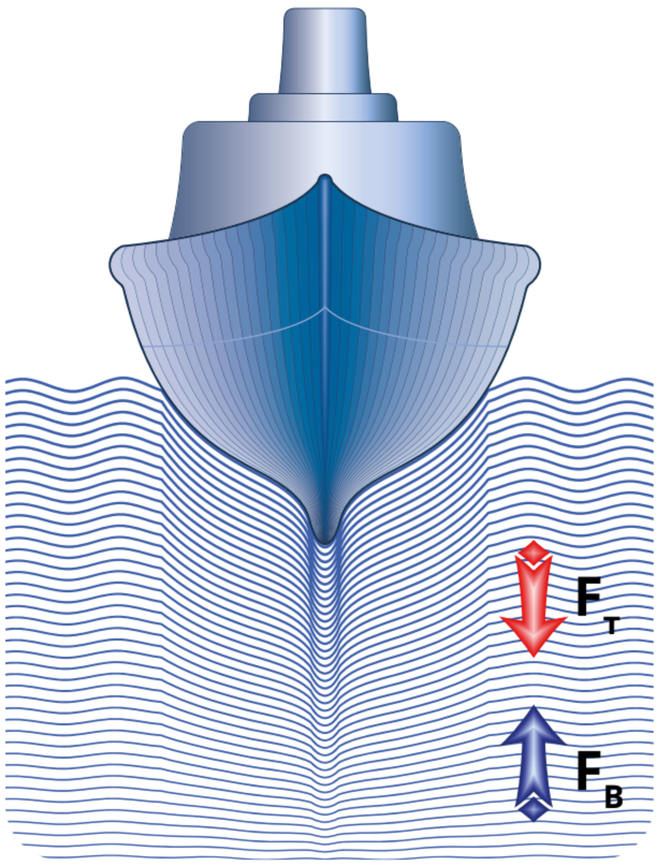
5 Завдяки яким фізичним та біологічним властивостям водоплавні птахи можуть залишатися на поверхні води?

6 Чому латаття та інші водні рослини не занурюються повністю? Які чинники забезпечують їхню плавучість?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Судноплавство



Судна виготовляють із металів, але вони плавають завдяки будові корпусу. Велика внутрішня порожнина, заповнена повітрям, зменшує середню густину всього судна. Архімедова сила зрівноважує силу тяжіння, і корабель утримується на поверхні. Явище плавання суден на поверхні води пояснюється важливим фізичним поняттям — повною водотоннажністю. **Повна водотоннажність** судна — це маса води, яку судно витісняє в стані рівноваги; вона дорівнює масі судна з вантажем. Наприклад, сучасні нафтові танкери можуть мати водотоннажність понад 500 000 тонн.

Попрактикуйтеся



7. Як зміниться положення судна у воді, якщо додати вантаж?
8. Поясніть, як повна водотоннажність допомагає визначити, чи не перевантажене судно.
9. Об’єднайтеся в групи. Скористайтеся додатковими джерелами інформації (підручник, інтернет, енциклопедії) і з’ясуйте, які типи суден існують та як особливості їхньої конструкції впливають на здатність перевозити великі вантажі або зберігати стійкість на воді. Зробіть коротке повідомлення чи схему з висновками.

Завдання 9.2. Плавання тіл у прісній і солоній воді

Мета: з’ясувати, від чого залежить плавання тіл, та порівняти умови їхнього плавання в прісній і солоній воді.
Гіпотеза: плавання визначається відношенням густини тіла до густини рідини. У більш густій рідині (солоній воді) плавучість тіл збільшується, тому деякі об’єкти, що тонули в прісній воді, можуть почати плавати в солоній.
Обладнання: дві ємності — одна з прісною водою, інша з насиченим розчином солі; набір тіл (дерев’яний брусок, пластикова кришка, свічка, цвях, яйце).



Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Процес роботи

1. Підготуйте дві ємності: одну з прісною водою, іншу з солоною (розчиняйте кухонну сіль доти, доки вона перестане розчинятися).
2. По черзі занурюйте тіла в прісну воду. Запишіть спостереження: тоне чи плаває.
3. Повторіть дослід із тими самими тілами в солоній воді.
4. Порівняйте результати й зробіть висновок.

Наука в дії. Повітроплавання



Виштовхувальна сила діє і в повітрі, що наочно підтверджують польоти **повітряних куль**. Їх наповнюють гарячим повітрям або газами з меншою густиною, ніж у повітря (воднем, гелієм). Різниця між вагою об'єму повітря та вагою такого ж об'єму газу створює **підйомальну силу**. Перша публічна демонстрація польоту повітряної кулі відбулася у Франції в червні 1783 року. Куля з оболонкою зі льняного полотна, обклеєного папером, піднялася на висоту близько 1800 м.



Уже через рік, у 1784-му, відбувся запуск повітряної кулі у Львові. Львівські винахідники — професор фізики університету **Ігнацій Мартинович** і доктор медицини **Непомук Герман** — створили перший у світі автоматичний пальник на рідкому паливі. Він підігрівав повітря в оболонці в міру його охолодження, завдяки чому куля могла триматися в небі тривалий час.

Такі кулі швидко здобули популярність і почали використовуватися не тільки для подорожей, а й для наукових досліджень. Наприклад, повітряні кулі-зонди використовують для вивчення стану атмосфери. Це спеціальні гумові кулі, наповнені легким газом (зазвичай гелієм або воднем), до яких прикріплюють прилади для вимірювання температури, тиску, вологості та швидкості вітру.



Рис. 9.8. Метеорологічна куля на дослідницькій станції в Австралії

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Піднімаючись угору, кулі передають дані на Землю. Таким чином, метеорологи та метеорологині отримують інформацію про погоду на різних висотах — від поверхні Землі до стратосфери (близько 30 км). Щодня у світі запускають понад **1000 метеорологічних куль**, і саме вони є основним джерелом даних для прогнозів погоди.

Попрактикуйтеся

10 Учениця провела експеримент із повітряними кулями, використавши різні гази: повітря, гелій, азот і вуглекислий газ. Вона записала результати в таблицю, але забула підписати назви газів. За даними таблиці та спостереженнями визначте, який газ відповідає кожному результату.

Повітряна куля	Спостереження
А	Швидко опустилася на підлогу
Б	Повільно опустилася на підлогу
В	Швидко злетіла до стелі
Г	Повільно злетіла до стелі



11 Поясніть, чому кулька, надута повітрям із легень, занурюється у воду швидше, ніж кулька, наповнена повітрям за допомогою насоса. Використайте довідкові дані для пояснення.

Підсумки

- На тіло, занурене у воду, діє одночасно дві сили — виштовхувальна сила та сила тяжіння.
- Якщо $F_в > F_т$, рівнодійна напрямлена вгору, тіло плаває.
- Якщо $F_в = F_т$, рівнодійна сил дорівнює нулю, то тіло плаває всередині рідини.
- Якщо $F_в < F_т$, рівнодійна напрямлена вниз, тіло тоне.

Ключові поняття

Плавання, занурення, повна водотоннажність, піднімальна сила.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу визначити, буде тіло плавати у воді чи тонути, порівнюючи його густину з густиною рідини.
- ☑ Я можу висунути гіпотезу щодо певного явища та скласти план дослідження для її перевірки.
- ☑ Я можу пояснити результати експерименту та зробити обґрунтовані висновки.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Який стан тіла у воді, якщо виштовхувальна сила дорівнює силі тяжіння?

А тіло спливає;

Б тіло перебуває в товщі води;

В тіло тоне.



2. У якій воді людині легше триматися на поверхні, якщо середня густина води 990 кг/м³?

А у річковій (густина 1000 кг/м³);

Б у морській (густина 1025 кг/м³);

В однаково.



3. Переведіть 13,6 г/см³ в кг/м³.

А 136 кг/м³;

Б 1360 кг/м³;

В 13 600 кг/м³;

Г $1{,}36 \cdot 10^3$ кг/м³.

4. Речовина, з якої тіло плаватиме в прісній воді.

А скло (2,5 г/см³);

Б алюміній (2,7 г/см³);

В мідь (8,9 г/см³);

Г дуб (0,7 г/см³).

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

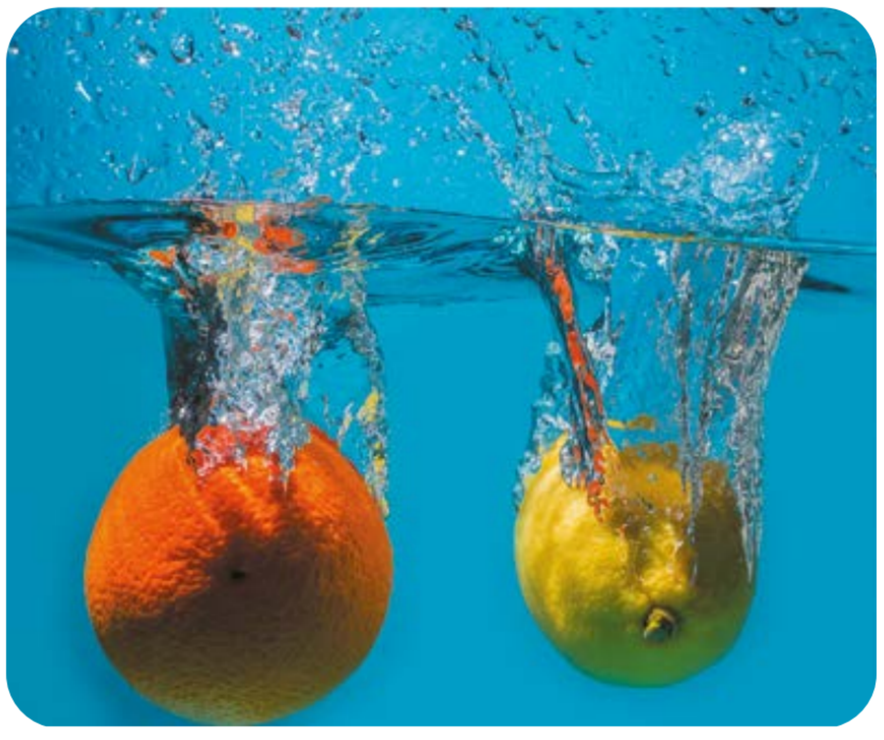
5. Завершіть речення, спираючись на умову плавання тіл.

Тіло залишатиметься на поверхні води, якщо його

середня густина ○ густини води

Тіло повністю зануриться у воду, якщо його

середня густина ○ густини води



6. Об’єм шматка заліза становить 0,5 дм³. Визначте виштовхувальну силу, що діє на нього під час повного занурення у воду.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

7. Оберіть усі правильні твердження щодо плавання яйця в прісній і солоній воді.



А Виштовхувальна сила в солоній воді менша, ніж у прісній.

Б Виштовхувальна сила в прісній воді менша, ніж у солоній.

В Густина солоної води більша за густину прісної води.

Г Густина солоної води менша за густину прісної води.

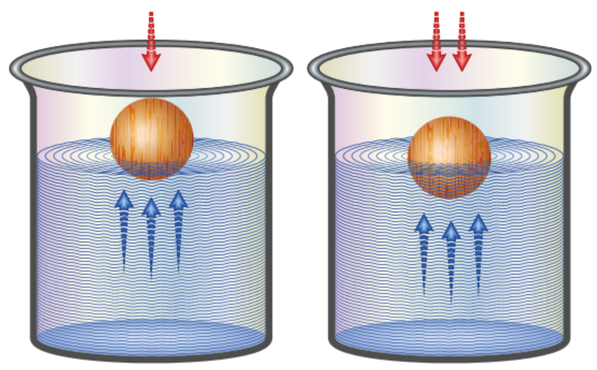
III. Проводжу дослідження природи



8. Використовуючи дані таблиці, визначте, які з наведених у ній тіл будуть плавати у воді (густина 1,0 г/см³), а які — тонутимуть.

Об'єкт	Густина (г/см³)
Золота монета	19
Кубик льоду	0,92
Залізний цвях	8
Поліетиленовий пакет	0,8

9. На двох рисунках показано одне й те саме тіло, що плаває в різних рідинах — воді та нафті. Для кожного рисунка визначте, у якій саме рідині перебуває тіло.

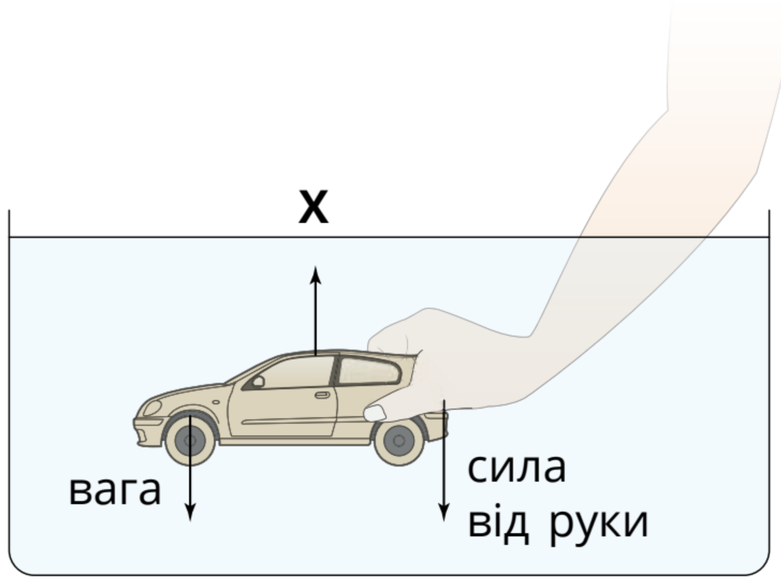


10. Розгляньте діаграму сил для іграшки, зануреної у воду й утримуваної рукою.

а) Назвіть силу, позначену літерою **X**, напрямлену вгору.

б) Поясніть, що відбудеться з іграшкою після припинення дії сили руки, якщо **X** перевищує силу тяжіння.

в) Проаналізуйте запропоновані матеріали — деревина (густина 0,9 г/см³) та алюміній (густина 2,7 г/см³) — і визначте, з якого з них могла бути виготовлена іграшка з огляду на її поведінку у воді.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

10

Розділ 10.
Електричний струм

Електрика є невід'ємною частиною повсякденного життя людини. Високовольтні лінії передають електричну енергію на великі відстані. У вуличних ліхтарях використовують світлозалежні резистори: коли освітленість змінюється, їхній опір теж змінюється. Це впливає на струм у колі й забезпечує автоматичне ввімкнення ліхтаря після заходу сонця.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- як розподіляється струм у паралельних колах;
- як вимірювати струм і напругу в послідовних та паралельних колах;
- як обчислювати опір;
- як опір впливає на силу струму.

У цьому розділі ви навчитеся:

- працювати з невеликими безпечними напругами та досліджувати взаємозв'язок між напругою, струмом і опором;
- безпечно складати електричні схеми, використовуючи необхідне обладнання;
- проводити вимірювання та фіксувати отримані результати для виявлення закономірностей.

rnk.com.ua/112346

Будете навчатися:

- пояснювати, що таке напруга, та вимірювати її;
- обчислювати опір та описувати його вплив на силу струму;
- фіксувати результати спостережень і вимірювань.

Вимірювання напруги



У 7 класі ви вже знайомилися з поняттям електричного струму — напрямленого руху заряджених частинок у колі. Струм можна уявити як потік електронів, що переносять заряд у провіднику. Фізична величина, яка показує, скільки енергії мають електрони в різних частинах кола, називається **напругою** (**U**). Щоб краще зрозуміти поняття напруги, можна скористатися аналогією із системою опалення.

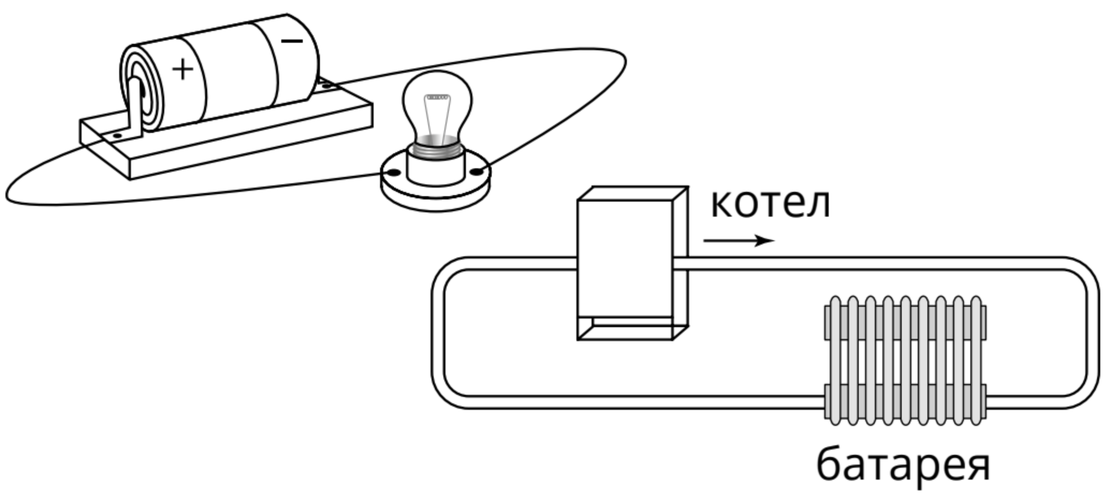


Рис. 10.1. Аналогія між електричним колом і системою опалення

Котел нагріває воду. Рухаючись трубами до батареї, вода віддає частину тепла кімнаті та повертається до котла вже охолодженою. Подібно й у електричному колі: джерело «заряджає» електрони енергією, вони рухаються провідниками, передаючи її елементам кола, а повертаються з меншою енергією (рис. 10.1).

Попрактикуйтеся

1 Порівняйте частини електричного кола та системи центрального опалення.

Система центрального опалення	Електричне коло
Котел	
Вода	
Потік води	
Радіатор	
Тиск води в трубах	



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

2 Що потрібно змінити в моделі системи опалення, щоб вона відображала батарею з трьох елементів?

Напруга визначається за формулою:

$$U = \frac{A}{q}$$

де **A** — робота, яку виконує електричне поле з переміщення заряду **q** по даній ділянці кола.

напруга = робота ÷ електричний заряд

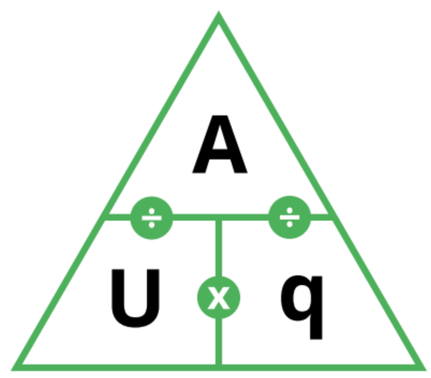


Рис. 10.2. Текстова формула напруги

Рис. 10.3. Графічна схема напруги

Для вимірювання напруги використовують **вольтметр** (рис. 10.4, 10.5). Його підключають **паралельно** до тієї ділянки кола, на якій потрібно виміряти напругу (рис. 10.6).

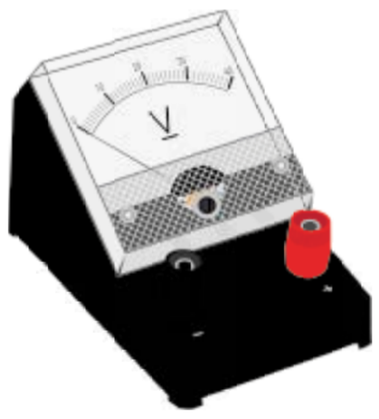


Рис. 10.4. Вольтметр лабораторний



Рис. 10.5. Вольтметр цифровий

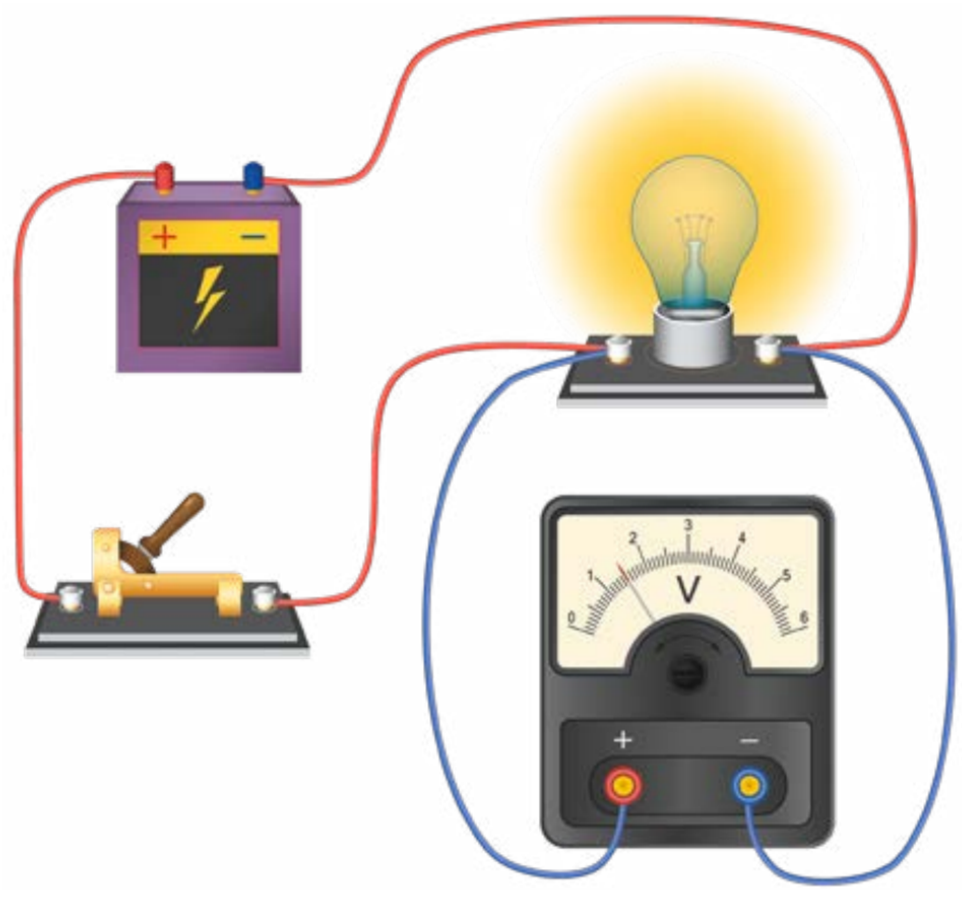


Рис. 10.6. Підключення вольтметра в електричному колі

Одиниця вимірювання напруги — **вольт** (**В**), названа на честь науковця Алессандро Вольта (рис. 10.7), який увійшов в історію як творець першого хімічного джерела струму.



Рис. 10.7. Італійський фізик Алессандро Джузеппе Вольта

Попрактикуйтеся

3 Яка буде напруга, якщо послідовно з'єднати два елементи по 1,5 В?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Використовуючи довідкові джерела, з'ясуйте, чому вольтметр не можна вмикати послідовно в електричне коло.

5 Чому важливо правильно з'єднувати всі елементи в батареї?



6 Під час проходження електричного заряду 10 Кл через чайник, електричне поле виконало 2200 Дж роботи. Обчисліть напругу на чайнику.

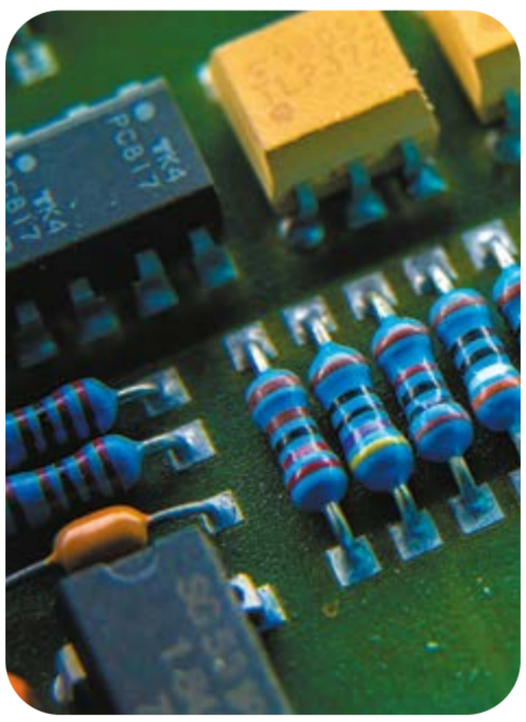
Електричний опір

Бігти по багнюці важко, бо вона гальмує рух і потребує більшої затрати енергії. Так само деякі матеріали заважають проходженню електричного струму — це називається електричним опором. **Електричний опір** — це фізична величина, яка характеризує властивість провідника протидіяти проходженню електричного струму. Опір позначають літерою **R** і визначають за формулою:

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



Рис. 10.8. Бігун відчуває опір, коли намагається рухатися по багнюці



- **ρ** — питомий опір речовини — коефіцієнт пропорційності, що залежить від речовини, з якої виготовлений провідник;
- **l** — довжина провідника;
- **S** — площа поперечного перерізу провідника.

$$\text{Опір} = \text{Питомий опір} \cdot \frac{\text{Довжина}}{\text{Площа поперечного перерізу}}$$

Рис. 10.9. Текстова формула електричного опору

На рис. 10.10 показано просте електричне коло з однією батарейкою та однією лампою. Якщо ж у коло додати ще кілька ламп, рух заряджених частинок (електронів) ускладнюється. Унаслідок цього сила струму в колі зменшується.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

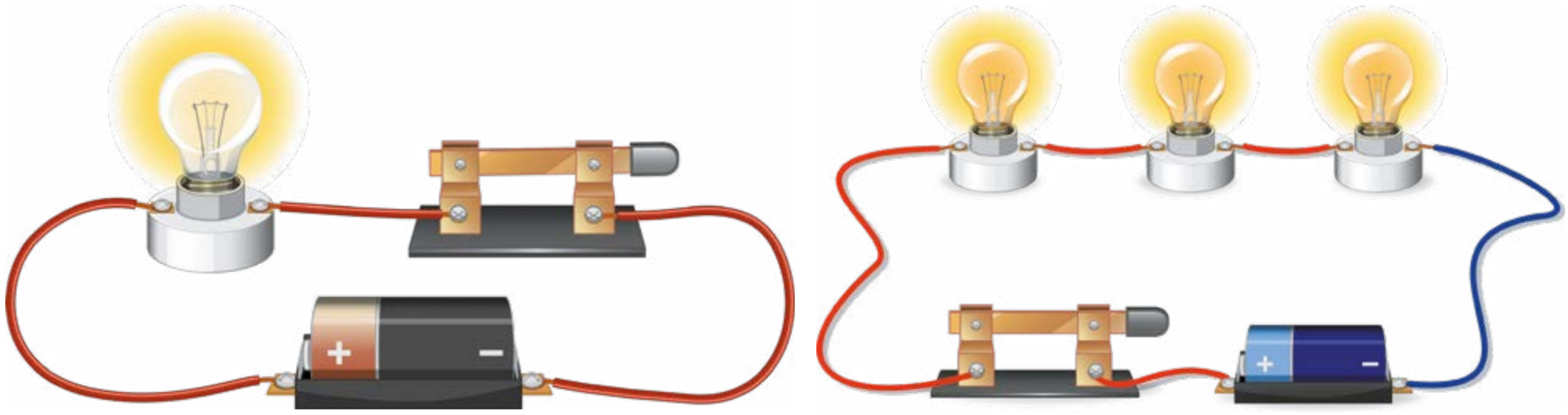


Рис. 10.10. У колі з трьома лампами кожна світить слабше, ніж одна окремо

Попрактикуйтеся

7 Від чого залежить електричний опір провідника?

8 Є три мідні дроти:
а) довжиною 1 м і діаметром 1 мм;
б) довжиною 2 м і діаметром 1 мм;
в) довжиною 1 м і діаметром 2 мм.
Визначте, у якого з них буде найбільший електричний опір, і поясніть чому.



9* Уявіть, що ви інженер / інженерка, який / яка проєктує теплу підлогу. З допомогою додаткових джерел інформації дослідіть та поясніть, чому важливо правильно обрати метал для виготовлення дроту для її підігріву.



Рис. 10.11. Німецький фізик Георг Симон Ом

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

Одиницю вимірювання електричного опору — **ом** (**Ом**) — названо на честь німецького науковця Георга Ома (рис. 10.11), який у 1826 році відкрив закон, що носить його ім'я. Науковець установив закономірність, що пов'язує силу струму, напругу та опір у ділянці кола.

Закон Ома для ділянки кола: сила струму прямо пропорційна напрузі й обернено пропорційна опору.

- **I** — сила струму;
- **U** — напруга на ділянці кола;
- **R** — опір ділянки кола.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Закономірності закону Ома можна порівняти із системою центрального опалення. **Напруга** подібна до тиску води в трубах: що більший тиск — то швидший рух води. **Сила струму** — це кількість води, яка проходить трубою за секунду. **Опір** — це розміри труби: вужча або довша труба ускладнює рух води. Якщо збільшити тиск (напругу), за незмінних труб, рух води зросте (струм). Якщо трубу звузити (збільшити опір), але тиск не змінити, вода тече повільніше (струм зменшиться).

$$\text{Сила струму} = \frac{\text{Напруга}}{\text{Опір}}$$

Рис. 10.12. Текстова формула закону Ома

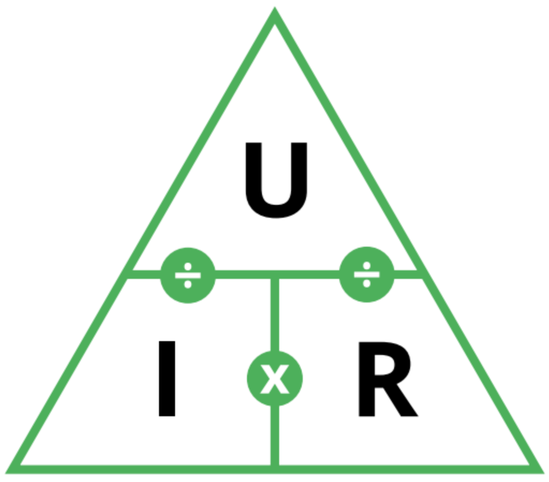


Рис. 10.13. Графічна схема закону Ома

Попрактикуйтеся

10 Дві однакові лампочки підключені до однакових джерел живлення, але одна світиться яскравіше за другу. У якого провідника опір більший? Поясніть чому.

11 Сучасний зарядний пристрій для ноутбука подає напругу 20 В. Під час заряджання через нього проходить струм 1,5 А. Обчисліть електричний опір пристрою під час роботи.

Резистори

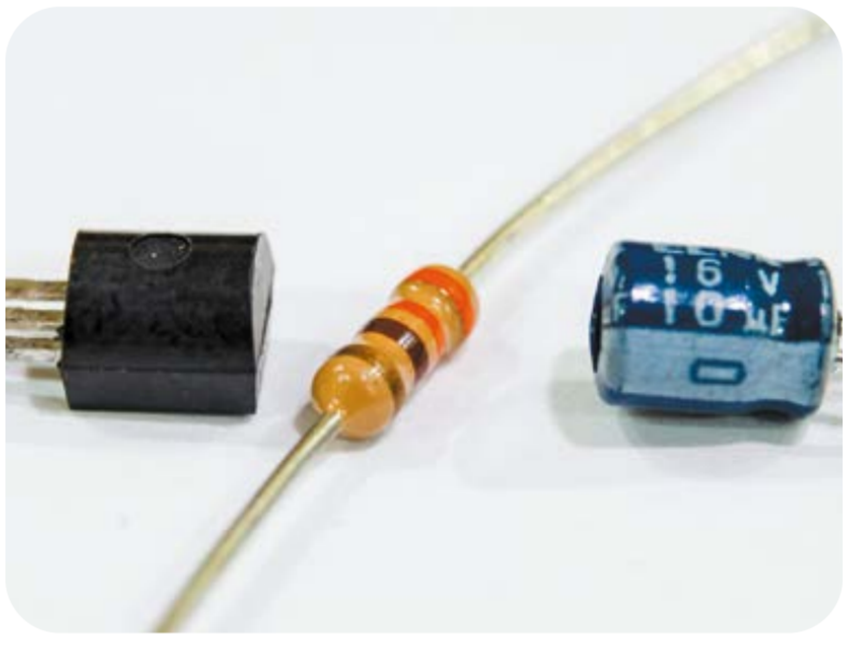


Рис. 10.14. Постійні резистори

Резистор — це елемент електричного кола, який встановлюють, щоб керувати силою струму. Матеріалами для резисторів слугують сплави з високим опором.

Резистори бувають:

- постійні (нерегульовані) — мають фіксований опір (рис. 10.14);
- змінні (регульовані) — опір у них можна змінювати (як у регуляторі гучності чи яскравості) (рис. 10.15, 10.16).

Існують особливі види резисторів, які змінюють свій опір у різних умовах. Фоторезистори змінюють опір залежно від кількості світла (рис. 10.17). Чим яскравіше світло — тим менший опір, і навпаки. Терморезистори змінюють опір, коли змінюється температура.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 10.15. Змінні резистори

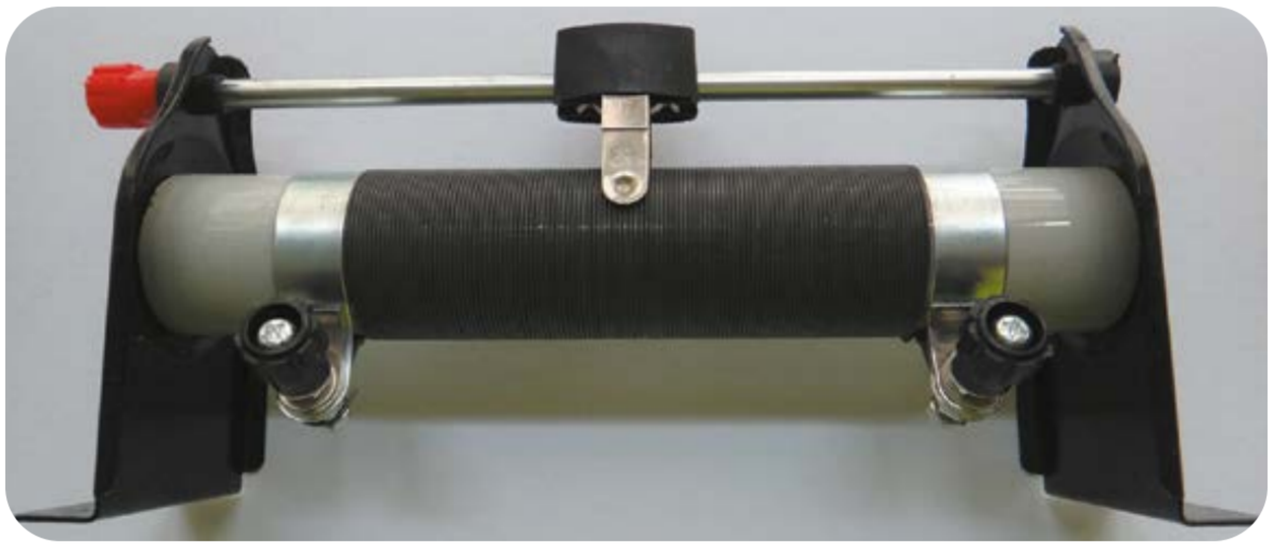


Рис. 10.16. Реостат — вид змінного резистора

Наприклад, коли стає тепліше — опір може зменшуватися або збільшуватися (залежно від типу). Такі резистори використовують у датчиках для того, щоб слідкувати за змінами світла або температури. Їх можна знайти, наприклад, у нічниках, термометрах або системах «розумного будинку».



Рис. 10.17. Фоторезистори

Завдання 10.1. Приглушення світла

Додавання резисторів до ланцюга змінює силу струму. Це можна використовувати для зміни яскравості лампочки.

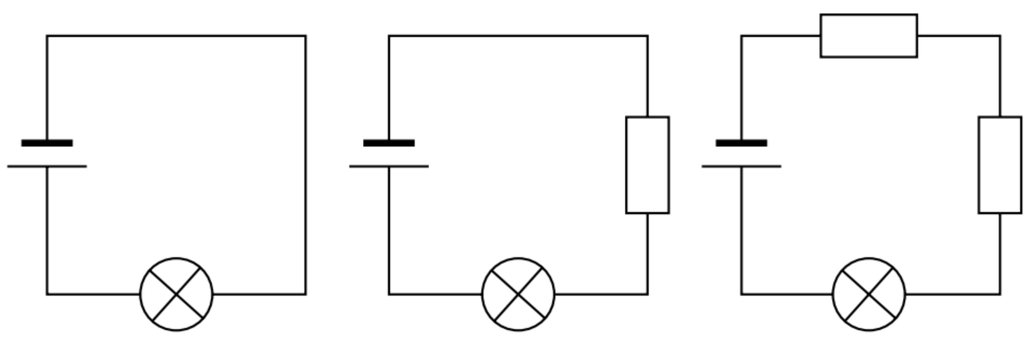


Рис. 10.18. Резистори в електричних колах

1. Складіть першу схему, показану на рис. 10.18, і зверніть увагу на яскравість лампочки.
2. Підключіть резистор в електричне коло, як на другій схемі, і подивіться, чи впливає це на яскравість лампочки.
3. Підключіть ще один резистор, як на третій схемі на рис. 10.18, і знову зверніть увагу на світло лампочки.
4. Регулятором яскравості світла лампочки може бути змінний резистор. Збільшення опору ускладнює проходження струму, тому через лампу протікає менше струму. Складіть схему, подібну до тієї, яку ви створили в пункті 2, використовуючи змінний резистор замість фіксованого для керування яскравістю лампи.
5. Нарисуйте електричну схему нового кола. Використовуючи додаткові джерела інформації, знайдіть, як на електричних схемах позначають змінний резистор.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Використання резисторів у побуті й техніці

Резистори лежать в основі майже всіх електричних пристроїв, які використовують у побуті й техніці як в Україні, так і в усьому світі.
У побуті резистори застосовують у:



- світлодіодних лампах (LED) — для обмеження струму, щоб лампа не перегоріла;
- зарядних пристроях для телефонів і ноутбуків — для контролю струму та захисту акумуляторів;
- пральних машинах, мікрохвильових печах, чайниках, пилососах — для керування температурою, часом або швидкістю обертання двигуна;
- обігрівачах і бойлерах — завдяки терморезисторам, які автоматично регулюють нагрів;
- регуляторах гучності — за допомогою реостатів, що змінюють силу звуку;
- пультах дистанційного керування, телевізорах і моніторах — у схемах керування.

У громадському та вуличному освітленні багатьох міст України застосовують датчики освітленості з фоторезисторами, які автоматично вмикають ліхтарі в темну пору доби.

Підсумки

- Напруга вимірюється за допомогою вольтметра.
- Напруга, сила струму й опір взаємопов'язані. Їхній зв'язок описує закон Ома для ділянки кола.
- Резистор зменшує силу струму в електричному колі.

Ключові поняття

Напруга, опір, вольтметр, закон Ома для ділянки кола, вольт, ом, резистор.

Оцініть свої досягнення

- [x] Я вмію вимірювати силу струму й напругу.
- [x] Я можу розрахувати опір, силу струму й напругу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112348

Вимірювання струму та напруги в колах із послідовним і паралельним з’єднанням

Будете навчатися:

- вимірювати силу струму й напругу в колах із послідовним і паралельним з’єднанням;
- пояснювати, як додавання елементів впливає на значення напруги;
- інтерпретувати результати вимірювань і формулювати висновки на основі наукових знань.

Послідовне й паралельне з’єднання

У курсі «Природничі науки» 7 класу ви вже знайомилися з основними способами з’єднання елементів електричного кола: **послідовним** (електричне коло складається з єдиної замкнутої ділянки, через яку проходить струм) і **паралельним** (електричне коло має кілька ділянок, у яких електричний струм розподіляється між елементами) (рис. 10.19). **Розгалуження** є ознакою кола з паралельним з’єднанням провідників. У побуті та техніці частіше застосовують **мішане з’єднання** — поєднання паралельного й послідовного.

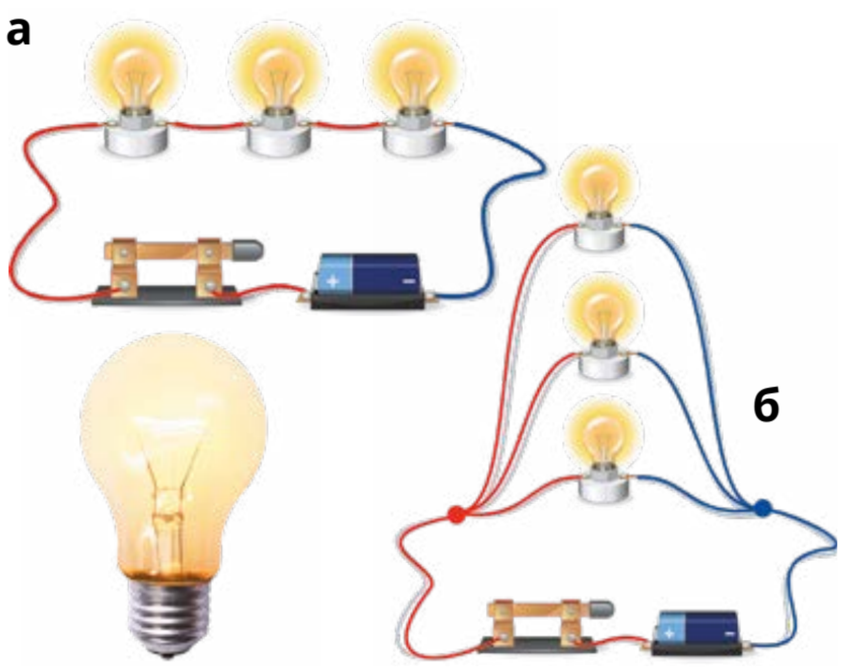


Рис. 10.19. Два способи з’єднання елементів електричного кола: **а** — послідовне, **б** — паралельне



Рис. 10.20. Лампи в гірлянді з’єднані послідовно

У послідовному колі увесь заряд, що проходить через першу лампу, проходить і через усі наступні. Сила струму в кожній частині такого кола є однаковою. Це легко зрозуміти на прикладі новорічної гірлянди, у якій лампи з’єднані одна за одною: якщо одна лампа перегорить, уся гірлянда гасне, тому що струм не може пройти далі (рис. 10.20).

Подібно до того, якщо з поїзда відчепити один вагон, рух наступних вагонів зупиниться. У сучасному будинку до однієї розетки можна підключити кілька приладів через подовжувач — наприклад, чайник, телевізор і зарядний пристрій (рис. 10.21). Якщо один із них вимкнути або він зламається, інші продовжать працювати, адже кожен має власну гілку струму. Це приклад паралельного з’єднання.

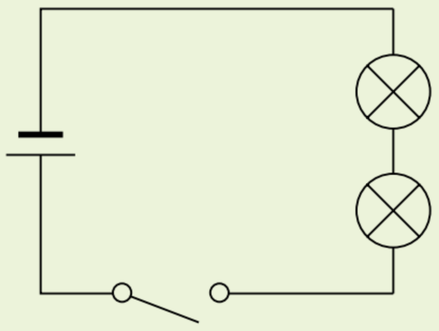
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

1. Побутові світильники з’єднані за паралельною схемою. Поясніть, чому це краще, ніж послідовне з’єднання.
2. Дослідіть різні способи з'єднання ламп і вимикачів у колах. Оцініть переваги кожного з них.

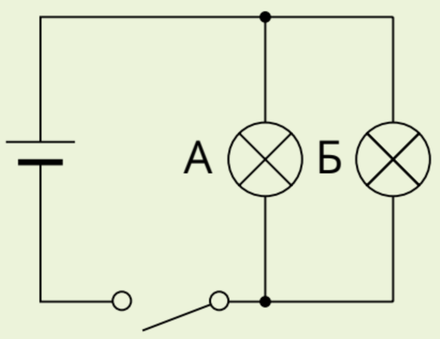


Рис. 10.21. У подовжувачі використано паралельне з’єднання



а) Складіть електричне коло, як показано на схемі.
б) Що відбувається при замиканні й розмиканні вимикача?
в) Що станеться, якщо викрутити одну лампу?

г) Складіть електричне коло, як показано на схемі.
ґ) Що відбувається при замиканні й розмиканні вимикача?
д) При якому способі підключення лампи світять яскравіше?
е) Де б ви поставили вимикач, якби хотіли тримати лампу **А** постійно ввімкненою, але при цьому мати можливість і вимикати лампу **Б**?

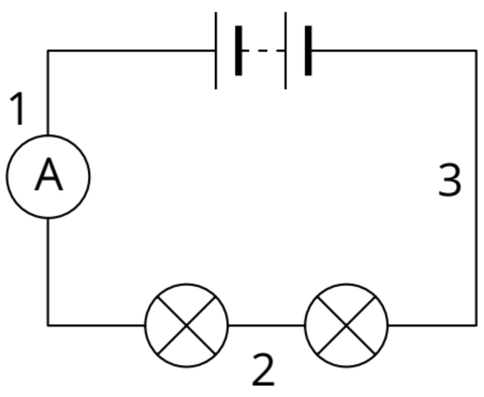


Завдання 10.2. Вимірювання сили струму та напруги

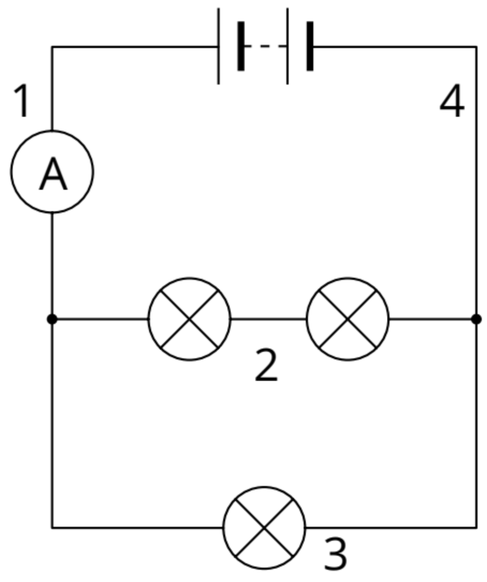
1. Вимірювання сили струму в колах із послідовним та паралельним з’єднанням



Амперметр вимірює силу струму, що проходить через певний елемент (чи елементи) електричного кола. Щоб струм протікав через прилад, його вмикають у коло **послідовно**.



а) Складіть електричне коло, як показано на схемі. Визначте силу струму в колі.
б) Змініть розташування амперметра в колі й виміряйте силу струму в точках 1, 2 та 3.
в) Проаналізуйте, чи змінився струм залежно від положення амперметра в колі.
г) Коли електричний заряд рухається від джерела живлення, він несе енергію. Що відбувається з енергією, коли заряд проходить через лампи?

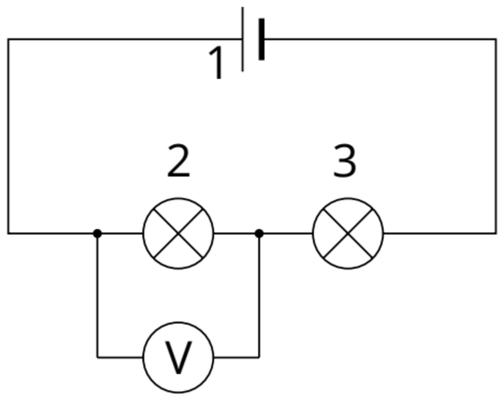


ґ) Складіть електричне коло, як показано на схемі ліворуч. Визначте силу струму в колі.

д) Проаналізуйте, чи змінився струм залежно від положення амперметра в колі. Для цього змініть підключення амперметра в ланцюзі й виміряйте струм у точках 1, 2, 3 і 4.

е) У якій точці сила струму найбільша? Як ви думаєте, чому більше заряду проходить цим шляхом?

2. Напруга в колах із послідовним та паралельним з'єднанням



Вольтметр вимірює падіння енергії зарядів на певному елементі (або кількох елементах) електричного кола.

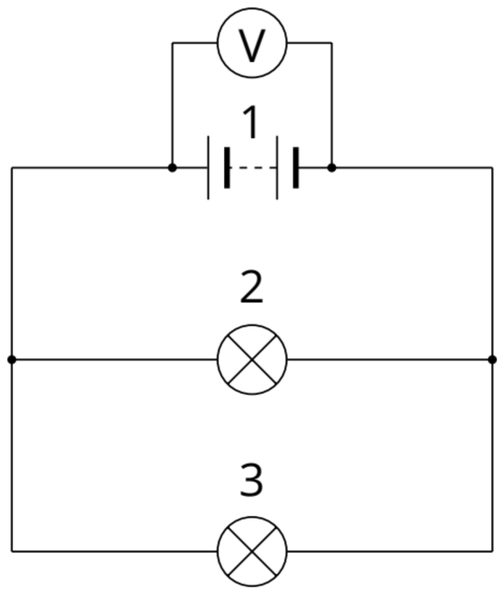
а) Складіть електричне коло, як показано на схемі.

б) Змініть розташування вольтметра в колі й вимірюйте напругу в точках 1, 2 та 3.

в) Складіть електричне коло, як показано на схемі.

г) Змініть розташування вольтметра в колі й вимірюйте напругу в точках 1, 2 та 3.

ґ) Проаналізуйте результати вимірювання напруги в колах із послідовним та паралельним з'єднанням.



3. Підведіть підсумки. Заповніть таблицю в зошиті, щоб підсумувати те, що ви дізналися про послідовне та паралельне з'єднання.

Тип з'єднання	Кількість елементів	Вплив вимикача	Яскравість ламп	Сила струму	Напруга
Послідовне					
Паралельне					

Попрактикуйтеся

3* Гальванічний елемент у паралельному з'єднанні може одночасно ввімкнути дві лампочки так само яскраво, як одну окремо підключену. Олександр вважає, що завдяки цьому можна заощадити гроші, бо не потрібно купувати додаткові гальванічні елементи. Поясніть, чи правильне це міркування. Якщо ні — у чому полягає помилка Олександра?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

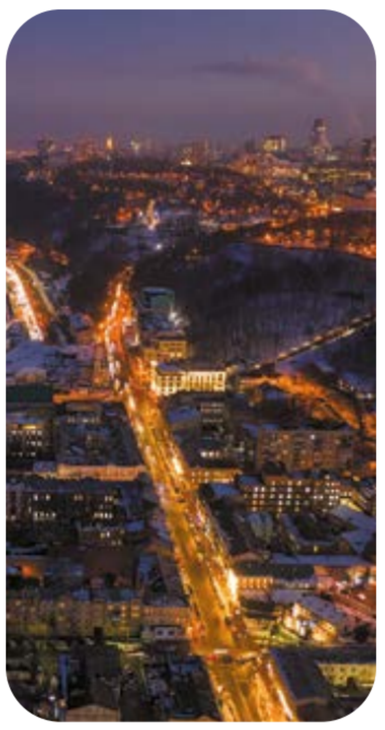
Наука в дії. Розвиток електричного освітлення в Україні

Розвиток електричного освітлення в Україні розпочався наприкінці XIX століття й був пов'язаний із промисловим розвитком та розбудовою міської інфраструктури.



У 1887 році в Одесі вперше використали електричне світло для освітлення порту. У 1880-х роках лампи почали встановлювати в театрах, готелях і на вулицях великих міст — Києва, Львова, Харкова та Дніпра. У Києві перша міська електростанція почала працювати в 1890 році, що дало поштовх активному розвитку вуличного освітлення й електрифікації житлових будинків.

У 1920-х роках в Україні збудували багато електростанцій, зокрема ДніпроГЕС — один із найбільших енергетичних проєктів того часу. Упродовж XX століття електричне освітлення поширилося не лише в містах, а й у селах. У 1990-х роках із появою нових технологій поширилися люмінесцентні та галогенні лампи, а в XXI столітті — світлодіодні (LED) системи. Сьогодні в Україні активно впроваджують енергоощадні технології: вуличне освітлення переходить на LED-лампи, а системи автоматичного керування допомагають економити електроенергію та зменшувати витрати.



Підсумки

- У колі з послідовним з'єднанням елементів сила струму є однаковою в усіх точках.
- У такому колі напруга розподіляється між усіма елементами.
- У колі з паралельним з'єднанням сила струму розподіляється між гілками кола.
- У такому колі напруга однакова на джерелі живлення та на кожній гілці.

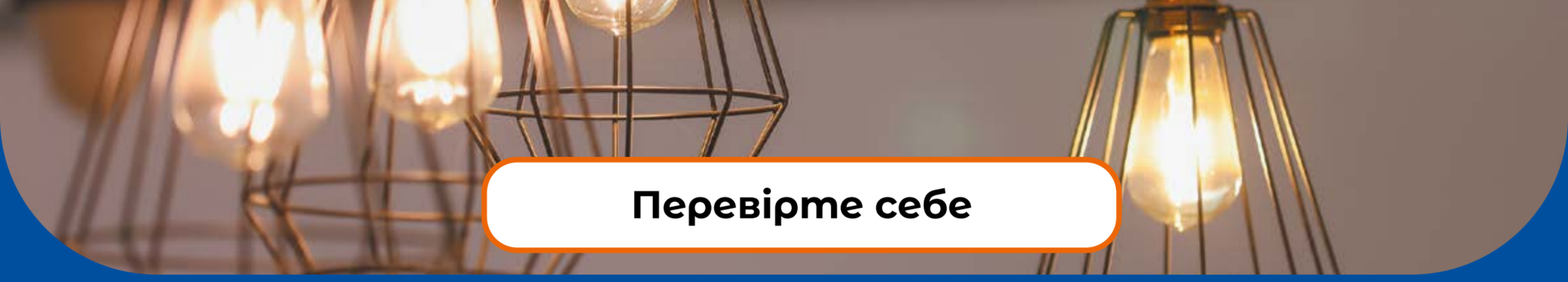
Ключові поняття

Послідовне з'єднання, паралельне з'єднання, електричне коло, електрична схема.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я вмію складати електричні кола з послідовним і паралельним з'єднанням елементів.
- ☑ Я можу пояснити переваги та недоліки різних способів з'єднання елементів електричного кола.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

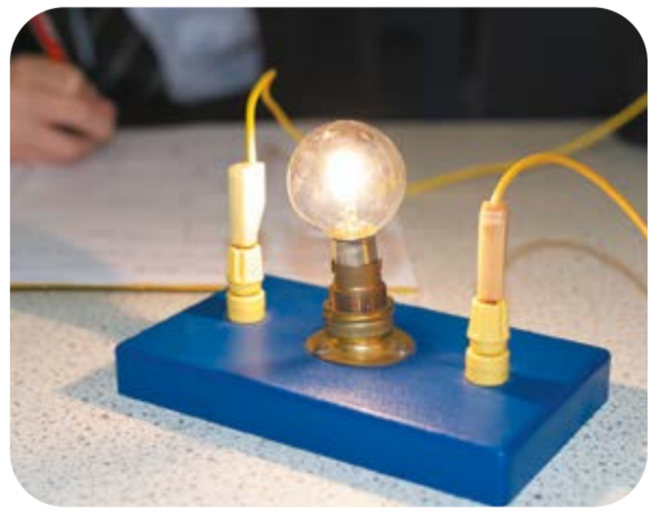
1. Якщо між двома точками електричного кола діє напруга 6 В, то це означає, що електричне поле:

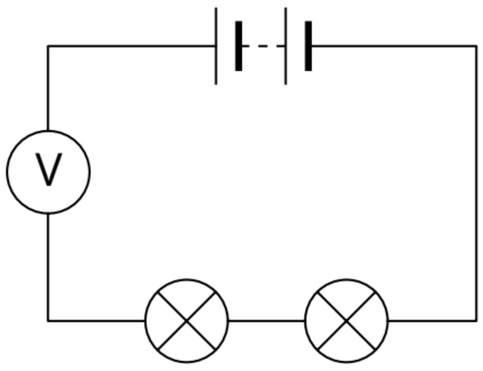
А здійснює роботу 6 Дж над зарядом 1 Кл;

Б створює струм силою 6 А;

В характеризується опором 6 Ом;

Г підвищує температуру провідника до 6 °С.





2. Назар і Софія виконали дослід із вимірювання напруги в колі, де дві лампи з'єднані послідовно. Під час роботи вони зробили помилку. Визначте, у чому саме ця помилка, та намалюйте схему електричного кола з правильним підключенням елементів.

3. Визначте, для якого типу з'єднання елементів (послідовного чи паралельного) характерні такі твердження:

А сила струму має однакове значення в усіх ділянках кола;

Б у разі виходу з ладу однієї лампи решта продовжує світитися;

В кожна лампа може вмикатися та вимикатися окремим вимикачем;

Г напруга на кожній лампі збігається з напругою джерела.



II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



4. Зобразіть електричне коло, яке дає змогу визначити опір лампочки.

5. Знайдіть на сайті українського виробника побутової техніки технічні дані обігрівача.

а) Визначте його робочу напругу та опір нагрівального елемента.

б) Поясніть, чи можна безпечно користуватися цим приладом у звичайній квартирі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

6. Учень склав електричне коло з джерелом струму, резистором та амперметром. Після заміни резистора на інший, із більшим опором, сила струму зменшилася. Дайте відповіді на запитання.

а) Який взаємозв'язок можна встановити між опором і силою струму?

б) Який закон описує спостережуване явище?

в) Що відбувається з напругою, якщо джерело живлення залишається незмінним?

III. Проводжу дослідження природи



7. Спроєктуйте паралельне коло з двома лампами та трьома вимикачами: один загальний має вимикати обидві лампи одночасно, а два окремі — керувати кожною лампою незалежно.

8. Під час досліду учні та учениці з'ясували: якщо замінити сталевий провідник на мідний тієї ж довжини та перерізу, сила струму в колі збільшується. Поясніть причину цього явища.

9. У кімнаті одночасно ввімкнули чайник (2 кВт), праску (1,5 кВт), обігрівач (1 кВт) і лампу (60 Вт). Після цього помітили, що лампа стала світити значно тьмяніше.

а) Обчисліть загальну потужність увімкнених приладів.

б) Поясніть, чому яскравість лампочки зменшилася.

в) Висловіть пропозиції, як уникнути падіння напруги у квартирі (мінімум два способи).

г) Обґрунтуйте, чому перевантаження електромережі може бути небезпечним для побутових приладів і мешканців.



10. Електрочайник з опором 44 Ом під'єднали до мережі з напругою 220 В. Обчисліть силу струму, що протікає через нього під час роботи.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

11

Розділ 11.
Звук

Одна й та сама мелодія звучить по-різному на різних інструментах, бо окремі звуки можуть відрізнятися висотою й гучністю. Коли два гучномовці одночасно відтворюють один звук, утворюються ділянки з посиленням і послабленням звучання, оскільки висоту й гучність визначають властивості звукових хвиль, які під час поєднання взаємодіють.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що визначає висоту звуку;
- що впливає на гучність звуку;
- що відбувається, коли дві звукові хвилі поєднуються.

У цьому розділі ви навчитеся:

- пояснювати, що таке звук і як він утворюється;
- користуватися формулами для обчислення періоду, частоти й довжини звукової хвилі;
- розуміти, як людина сприймає звук і який діапазон частот є чутним для вуха.

rnk.com.ua/112349

Будете навчатися:

- визначати джерела звуку та характеризувати середовище, у якому він поширюється;
- описувати зв'язок між гучністю та амплітудою, висотою та частотою;
- малювати та позначати форми звукових сигналів.

Коли вдарити по гонгу, його вібрації створюють у повітрі хвилі тиску — чергування стислих і розріджених ділянок. Такі поздовжні хвилі передають енергію, але не переміщують частинки на великі відстані.



Звук — це поздовжня механічна хвиля, що поширюється від джерела в усі боки через тверді тіла, рідини або гази. Швидкість звуку залежить від густини середовища: у твердих тілах він рухається найшвидше, у рідинах повільніше, у газах — найповільніше (у повітрі близько 340 м/с). У вакуумі звук не поширюється.

Джерела звуку — це тіла, що коливаються й передають енергію середовищу у вигляді звукових хвиль (рис. 11.1). Ними можуть бути струни інструментів, мембрани динаміків, голосові зв'язки чи повітряні потоки.

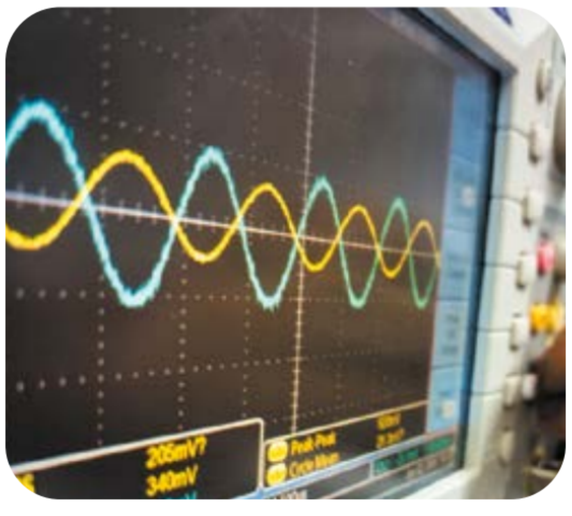


Рис. 11.1. Джерела звуку

Попрактикуйтеся

1. Чому важливо, щоб транспортні засоби видавали звук під час руху? Поясніть, як це пов'язано з безпекою пішоходів.
2. Чому блискавку видно раніше, ніж чути грім? Висловіть припущення, як це пов'язано зі швидкістю поширення світла й звуку.

Амплітуда, період, частота та довжина звукової хвилі



Звукові хвилі визначають сприйняття гучності, висоти та інших особливостей звуків у навколишньому світі.

Амплітуда (**A**) — це максимальне відхилення частинок від положення рівноваги. Визначає гучність звуку: більша амплітуда — гучніший звук. Амплітуду вимірюють у метрах, хоча для звуку вона дуже мала — зазвичай менша за міліметр.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Період коливань (**T**) — це час, за який частинка здійснює одне повне коливання, вимірюється в секундах. Період пов'язаний із частотою: чим коротший період, тим частіше повторюються коливання й тим вищою є частота.

$$T = \frac{t}{n}$$

- **T** — період коливань;
- **t** — загальний час спостереження;
- **n** — кількість повних коливань за цей час.

$$\text{період коливань} = \frac{\text{загальний час спостереження}}{\text{кількість повних коливань}}$$

Рис. 11.2. Текстова формула періоду коливань

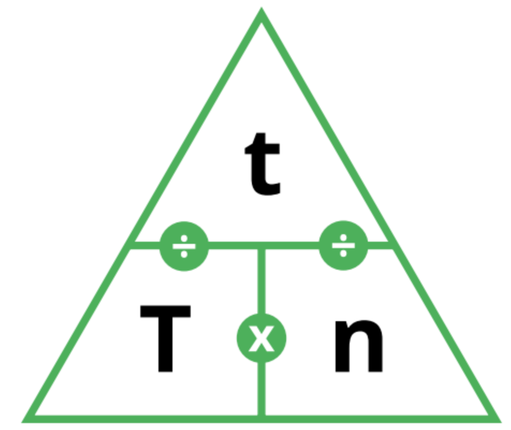


Рис. 11.3. Графічна схема періоду коливань

Частота звуку (f) — це кількість повних коливань за одну секунду, що сприймається як висота звуку, і вимірюється в герцах (Гц). Діапазон частот, який сприймає людина, становить приблизно від 20 Гц до 20 000 Гц. Звуки нижче 20 Гц називаються інфразвуком, а вище 20 000 Гц — ультразвуком.

$$f = \frac{1}{T}$$

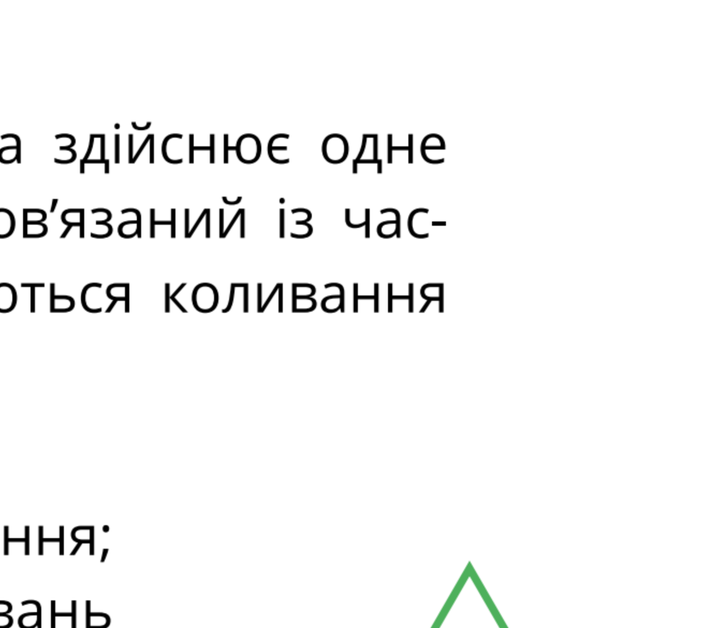




Рис. 11.4. Довжина хвилі звуку

Довжина хвилі — це відстань між двома однаковими точками сусідніх хвиль, наприклад, між зонами максимального стиснення повітря (рис. 11.4). Її вимірюють у метрах. Довжина хвилі пов'язана з частотою: хвилі з більшою частотою мають коротшу довжину, а з меншою частотою — довшу.

Амплітуда впливає на гучність звуку, частота та період — на його висоту, а довжина хвилі допомагає описати, як звук поширюється в середовищі. Завдяки цьому можна пояснити, чому одні звуки сприймаються як тихі або низькі, а інші — як голосні чи високі.

Чому звуки мають різну висоту й гучність

Звук залежить від коливань джерела. **Висота** звуку залежить від частоти коливань звукової хвилі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Чим більша частота, тим вища висота звуку. Звуки, які видає флейта, мають вищу частоту й висоту, ніж звуки, які створює контрабас. Гучність звуку вимірюється в **децибелах** (**дБ**). Ця одиниця дає змогу описувати дуже широкий діапазон — від найменшого звуку, який може почути людина, до гуркоту реактивного двигуна.

Приблизна гучність звичайної розмови

0 дБ

Поріг слухової чутності, найменш гучний звук, який може сприйняти людське вухо

60 дБ

120 дБ

Поріг больового відчуття. Звуки такої гучності можуть завдати шкоди слуху

Попрактикуйтеся

3 Дві струни гітари використовують для відтворення двох різних звуків. Звук 1 виникає під час гри на струні, яка здійснює 300 коливань за 2 секунди. Звук 2 виникає під час гри на струні, яка здійснює 1000 коливань за 5 секунд. Вимірювання показали, що амплітуда звуку 1 удвічі більша за амплітуду звуку 2.



а) Який звук є найгучнішим?
б) Який звук має найвищу частоту?
в) Який звук має найбільшу довжину хвилі?
г) Який звук має найнижчу висоту?

Осцилограф і генератор сигналів

Осцилограф — це прилад, який відображає електричні сигнали у вигляді графіків на екрані. Такі графіки називають **трасами**, і вони показують форму хвилі сигналу в реальному часі.

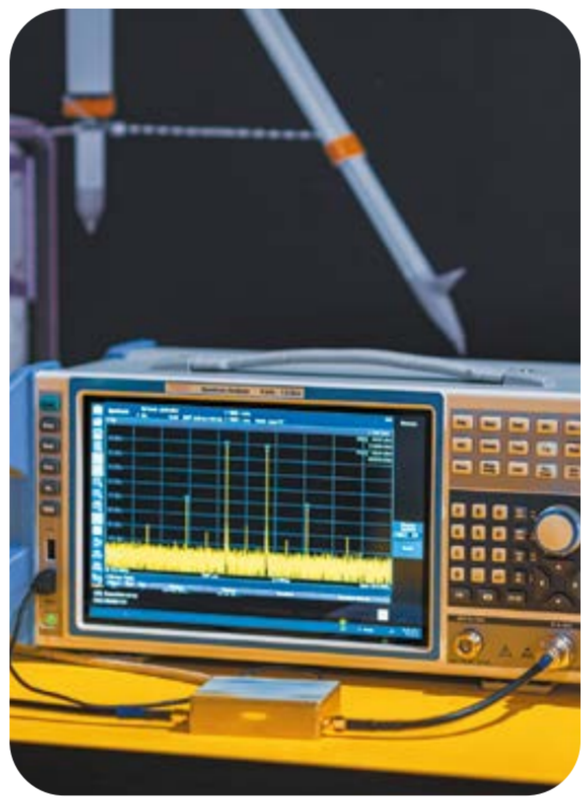


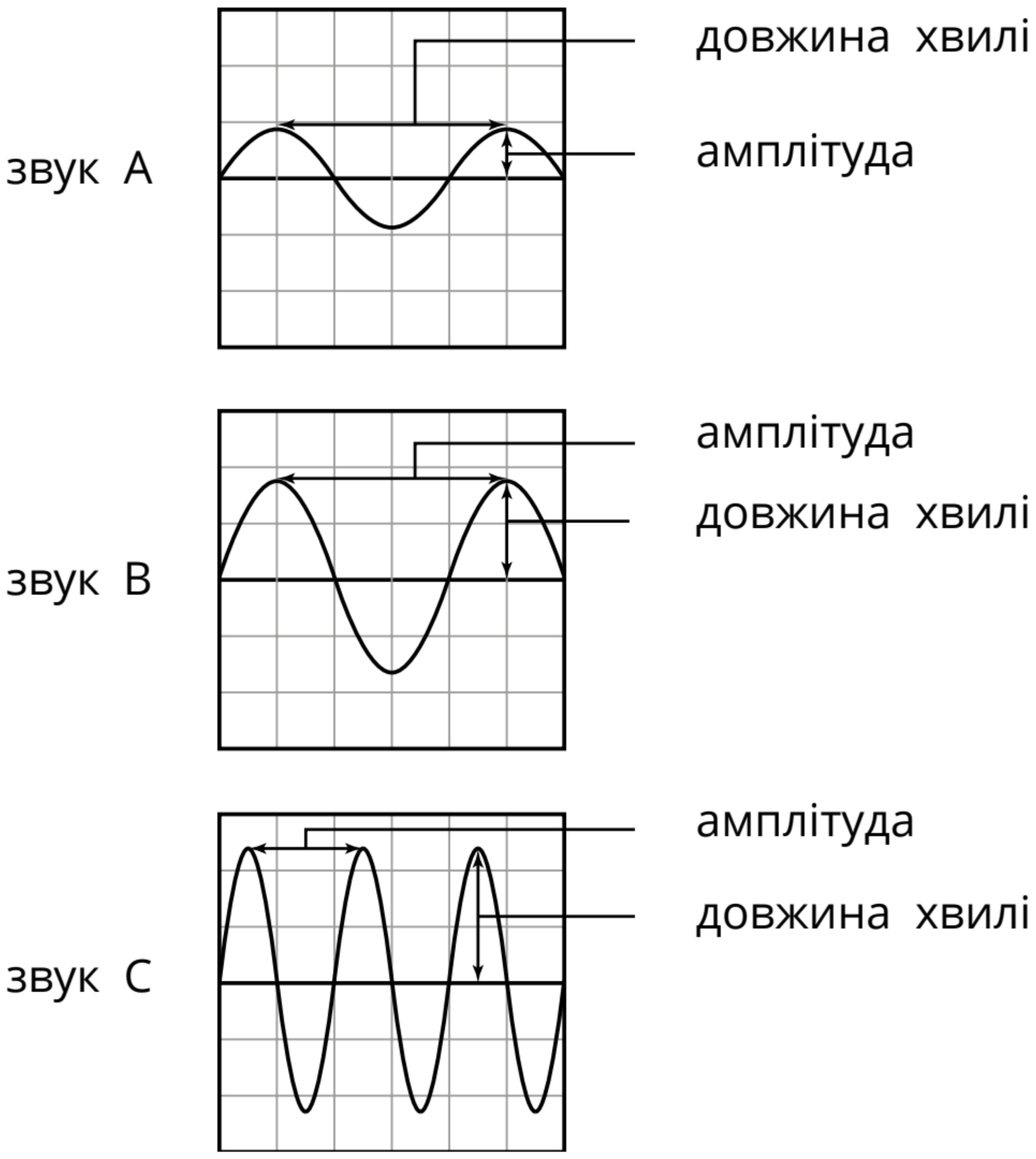
Рис. 11.5. Спостереження звукових хвиль на екрані осцилографа

За їхньою допомогою можна спостерігати зміну напруги з часом, визначати частоту, амплітуду та інші характеристики хвиль. До осцилографа (рис. 11.5) можна під'єднати **генератор сигналів** або **мікрофон**, щоб передавати електричні імпульси. Генератор сигналів створює електричні хвилі різних частот. Якщо його з'єднати з гучномовцем, електричні хвилі перетворяться на звукові.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

І тоді можна буде почути різні тони. Циферблат або дисплей генератора показує точну частоту створюваних хвиль. Осцилографи широко використовують у науці, техніці, медицині та освіті. Вони допомагають візуалізувати невидимі процеси та роблять вивчення коливань і хвиль наочним. Рис. 11.6 та 11.7 демонструють форми звукових хвиль, які осцилограф показує на своєму екрані. Кожен знімок відображає однаковий проміжок часу, що дає змогу побачити, скільки хвиль пройшло від джерела звуку до мікрофона за цей період. Усі фотографії виконано в однаковому масштабі.





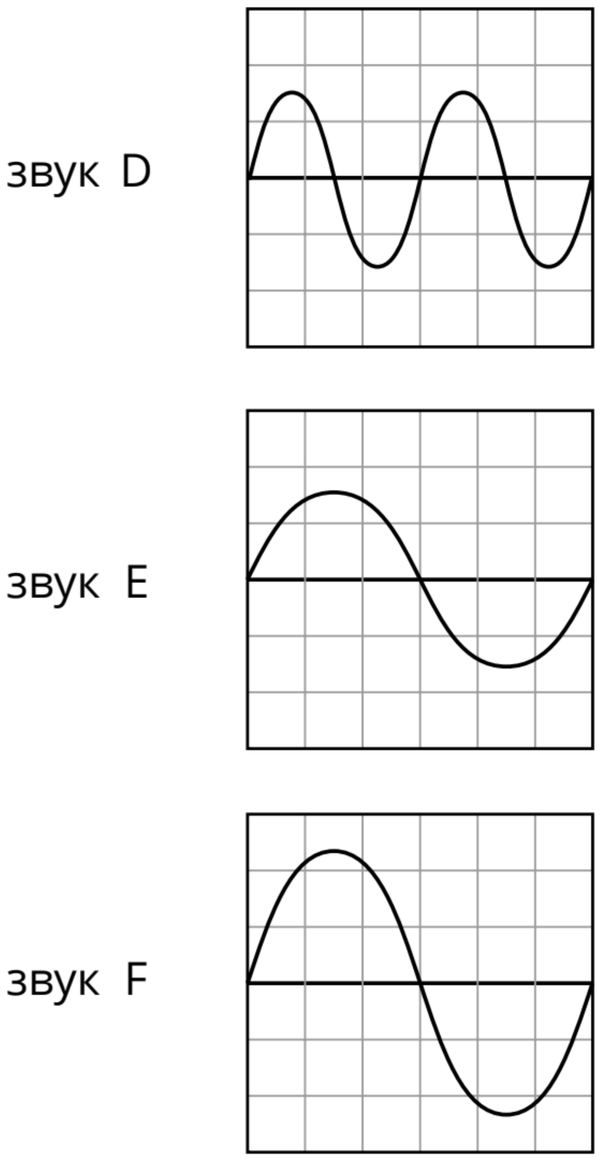


Рис. 11.6. Форми звукових хвиль на екрані осцилографа

Рис. 11.7. Осцилограми звуків D, E, F



- **Гучність. Звук A** звучить тихіше за **B** і **C**. Це тому, що його звукові хвилі не такі «високі» (мають меншу амплітуду).
- **Тон. Звуки A** і **B** мають однакову висоту, оскільки їхні хвилі мають однакову довжину та частоту. Це означає, що за однаковий проміжок часу обидва джерела створили однакову кількість хвиль.
- **Тон. Звук C** має вищу висоту, ніж інші, оскільки його хвилі коротші та частіше розміщені. За однаковий проміжок часу їх утворилося більше, що й надає звуку вищого тону.

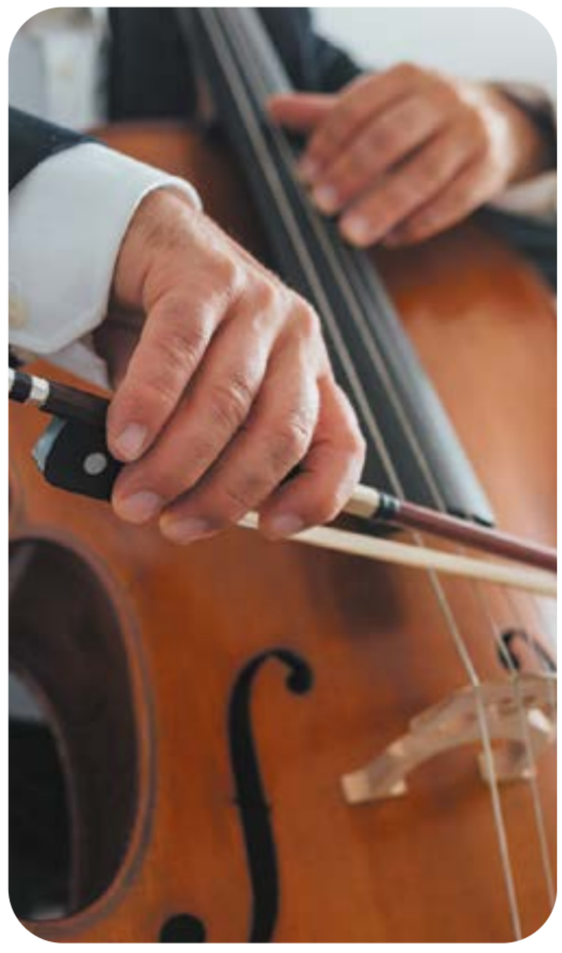
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 На рис. 11.7 показано осцилограми для звуків D, E і F.

а) Який зі звуків D, E, F найгучніший? Як це визначити?

б) Який зі звуків D, E, F має найвищу тональність (висоту)? Як це визначити?



У музичних інструментах існує пряма залежність між їхнім розміром і частотою звуків, які вони здатні видавати. Зазвичай, чим більший інструмент, тим нижчі ноти він може створювати. Це пояснюється тим, що розмір інструмента визначає максимальну довжину звукових хвиль, які він продукує. Чим більший інструмент, тим більша довжина хвилі його основного тону. А, як відомо, чим довша хвиля, тим нижча її частота і, відповідно, тональність (висота) звуку. Наприклад, звук контрабаса набагато нижчий за звук скрипки саме через їхній різний розмір. Цей принцип лежить в основі зміни висоти нот на струнних інструментах. Укорочуючи чи подовжуючи струну, наприклад, гітари, змінюється висота її звуку.

Попрактикуйтеся

5 Укорочення гітарної струни зробить висоту ноти вищою чи нижчою? Поясніть свою відповідь.



Частотний діапазон людського слуху

Людина сприймає лише частину звукових хвиль, які існують у природі. Людське вухо реагує на коливання від 20 Гц до 20 000 Гц — це і є **діапазон чутного звуку**.

Звукові хвилі вловлюються вушною раковиною, спрямовуються через зовнішній слуховий прохід і концентруються на барабанній перетинці, викликаючи її коливання. Далі кісточки середнього вуха підсилюють ці коливання й передають їх у завитку, де звуки перетворюються на нервові сигнали, які мозок людини сприймає як звуки.

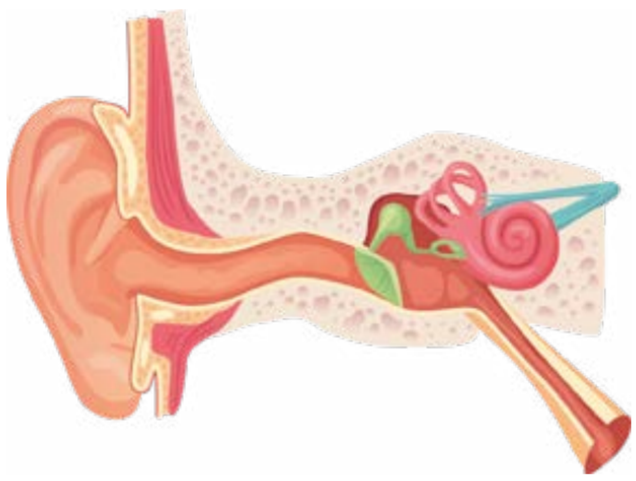
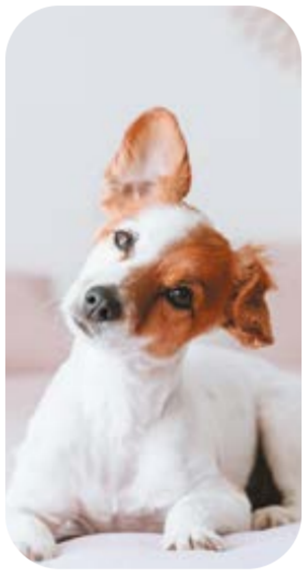


Рис. 11.8. Будова людського вуха

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Нижче 20 Гц — **інфразвук**. Людина його не чує, але може відчувати вібрації: гуркіт грому, вибух. Деякі тварини, наприклад слони, мають надзвичайно чутливий слух і сприймають звуки з частотами до 5 Гц. Вище 20 000 Гц — **ультразвук**, його не чують люди, зате сприймають деякі тварини. Собаки чують звуки з частотами до 60 000 Гц, коти — до 85 000 Гц. Кажани й дельфіни володіють унікальною здатністю розрізняти надзвичайно високі частоти: дельфіни чують до 200 000 Гц, а кажани — до 120 000 Гц.



Кажани й дельфіни використовують ультразвук для спілкування та для **ехолокації** — орієнтування в просторі та визначення відстані до об'єктів. Вони випромінюють ультразвукові імпульси й аналізують їхнє відлуння, що дає їм змогу «бачити» світ за допомогою звуку. Людина теж навчилася використовувати ультразвук. Його застосовують у медицині (УЗД), у техніці для виявлення тріщин у матеріалах та навіть у системах очищення.

Попрактикуйтеся



6 Хто з тварин — собаки, коти, дельфіни чи кажани:
а) сприймає найнижчу частоту звуку;
б) може чути найвищу частоту;
в) має найширший діапазон чутних частот?

7* Об'єднайтеся в групи. Використовуючи додаткові джерела інформації, дослідіть, які прилади або технології використовують ультразвук у медицині, транспорті чи побуті. Наведіть приклади їхнього застосування.

Завдання 11.1. Реакція людського вуха на різні звукові сигнали



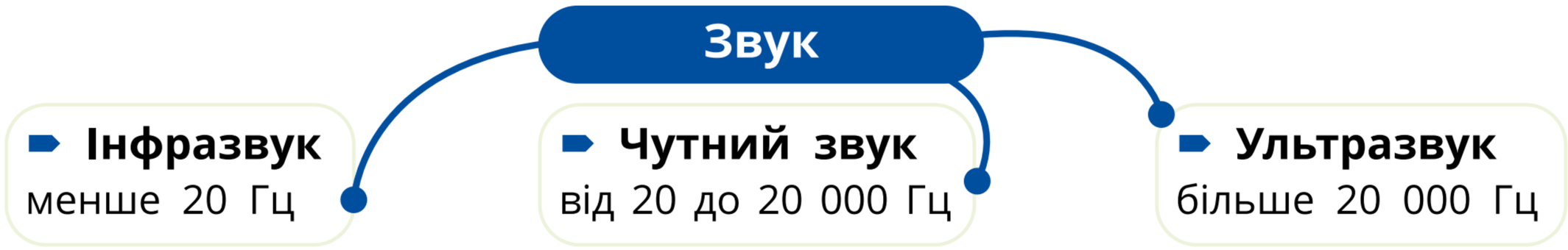
Використайте смартфон, навушники та додаток для відтворення звуків різної частоти.

1. Почніть із 10 Гц, поступово збільшуйте частоту до моменту, коли звук стане чутним — це поріг для низьких звуків.
2. Продовжуйте підвищувати частоту, поки звук не зникне — це поріг для високих звуків.

Для визначення порогу болю поступово збільшуйте гучність до неприємного рівня (не перевищуйте 120 дБ).

3. Порівняйте результати з діапазоном від 20 Гц до 20 000 Гц і зробіть висновок про необхідність захисту слуху від шуму.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Наука в дії. Захопливий світ біометрії голосу

Біометрія голосу — сучасна технологія, яка використовує унікальні особливості людського голосу для ідентифікації особи. Голос людини — це результат складної взаємодії дихальної системи, голосових зв'язок і резонаторів (порожнин у ротовій, носовій і грудній частинах). У кожної людини вони мають свої розміри, форму й еластичність, тому, коли двоє людей говорять однакові слова, їхні звукові хвилі відрізняються за частотою, амплітудою й тембром.



Біометричні системи перетворюють голос у **цифрову акустичну модель** — набір параметрів, за якими потім можна впізнати людину. Такі технології вже застосовують у банках, колцентрах, службах безпеки та навіть у смартпристроях. Перевага голосової ідентифікації в тому, що вона не потребує контакту: достатньо просто сказати фразу. Водночас науковці та науковиці працюють над тим, щоб удосконалити захист таких систем — адже голос можна записати або змоделювати за допомогою штучного інтелекту.

Підсумки

- Звук — хвилі в діапазоні частот 20–20 000 Гц.
- Інфразвук — хвилі з частотою нижче 20 Гц.
- Ультразвук — хвилі з частотою вище 20 000 Гц.
- Частота — кількість коливань за секунду, визначає висоту звуку.
- Амплітуда — найбільше відхилення під час коливань, визначає гучність.

Ключові поняття

Звук, джерела звуку, звукова хвиля, амплітуда, частота, довжина хвилі, форма хвилі, інфразвук, ультразвук.

Оцініть свої досягнення

- [ ] Я можу пояснити, як гучність залежить від амплітуди, а висота тону — від частоти.
- [ ] Я можу аналізувати форми звукових хвиль за допомогою осцилографа чи симуляцій.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112351

Перешкоди

Будете навчатися:

- представляти посилення чи послаблення звукових хвиль за допомогою звукових форм;
- використовувати наукові знання для прогнозування взаємодії звукових хвиль.

Перешкоди для звуку



Коли звукова хвиля поширюється, на її шляху можуть траплятися **перешкоди** — стіни, меблі, дерева, гори, люди тощо. Такі перешкоди впливають на напрям і силу звуку. Залежно від властивостей поверхні, звук може відбиватися, поглинатися або огинати перешкоду. Якщо поверхня тверда й гладка — хвиля відбивається, і можна почути **відлуння**. Якщо поверхня м'яка або шорстка — частина енергії звуку **поглинається**, тому звук стає **тихішим**. Коли хвиля огинає невеликий об'єкт або проходить крізь вузький отвір, це явище називають **дифракцією**.



Іноді звукові хвилі можуть **накладатися** одна на одну. У результаті виникає **інтерференція** — посилення або послаблення звуку залежно від того, як хвилі збігаються між собою. На рис. 11.9 показано форми хвиль із різною амплітудою. За їхньою висотою можна визначити, яка з хвиль звучить гучніше.

Коли людина спостерігає за хвилею на поверхні води чи на екрані осцилографа, вона може помітити, що хвиля має характерні підйоми й западини, які визначаються амплітудою хвилі.

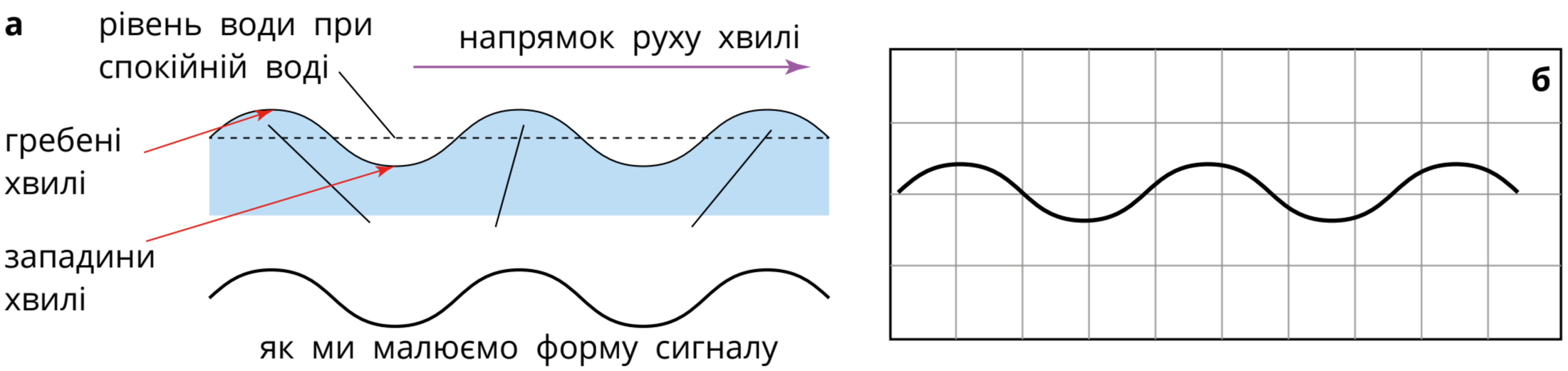


Рис. 11.9. а — зображення водної хвилі; **б** — зображення звукової хвилі на екрані осцилографа

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

На рисунку 11.9а показано, що **гребені** утворюються тоді, коли частинки води рухаються **вгору** до найвищої точки, а **западини** — коли вони рухаються **вниз** до найнижчої точки. Саме зміна положення частинок створює коливальний рух, який можна сприйняти як хвилю. Так само, як у воді, звукові хвилі на осцилограмі чергуються підйомами та спадами, що показують зміни тиску повітря під час поширення звуку.



Попрактикуйтеся

1 Що відбудеться, якщо частинки води почнуть коливатися одночасно вгору й униз із однаковою силою?



Рис. 11.10. Ця картина хвиль виникла внаслідок інтерференції хвилі з другою хвилею, відбитою від берега

Результат інтерференції залежить від того, які частини хвиль збігаються. Якщо гребінь однієї хвилі накладається на гребінь другої, утворюється підсилення — хвиля стає вищою. Якщо ж гребінь однієї збігається із западиною другої, вони послаблюють або навіть гасять одна одну. Важливе значення має амплітуда хвиль: чим більша амплітуда, тим помітніший ефект. На рис. 11.11 показано, що відбувається, коли дві однакові водяні хвилі взаємодіють між собою.



Рис. 11.11. Дві однакові хвилі можуть посилювати або нівелювати одна одну

Коли два гребені або дві западини збігаються, вони поєднуються, утворюючи хвилю більшої висоти. Частинки води рухаються в одному напрямку, тому амплітуда нової хвилі стає вдвічі більшою. Це явище називають **конструктивною інтерференцією** (рис. 11.11а). Якщо ж гребінь однієї хвилі зустрічається із западиною другої, їхні рухи мають однакову силу, але протилежні напрями, то вони скасовують одна одну. У результаті хвиля зникає в цій точці — це **деструктивна інтерференція** (рис. 11.11б).



Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Так само відбувається й зі звуковими хвилями: вони можуть або підсилювати одна одну, створюючи гучніший звук, або послаблювати, утворюючи тишу.

- Коли дві водяні хвилі накладаються одна на одну, вони можуть поєднуватися, утворюючи вищі гребені й глибші западини, або ж гребені однієї хвилі можуть заповнювати западини другої, утворюючи рівну поверхню води.
- Коли дві звукові хвилі перекриваються, вони можуть підсилювати одна одну, створюючи гучніший звук, або послаблювати, утворюючи тихі ділянки. У деяких випадках вони можуть повністю взаємно скасуватися, і тоді звук зникає.

Попрактикуйтеся

2 Розгляньте рис. 11.12.

а) Яка пара хвиль при накладанні утворить хвилю з найбільшою амплітудою?

б) Яка пара хвиль при поєднанні повністю погасить одна одну?

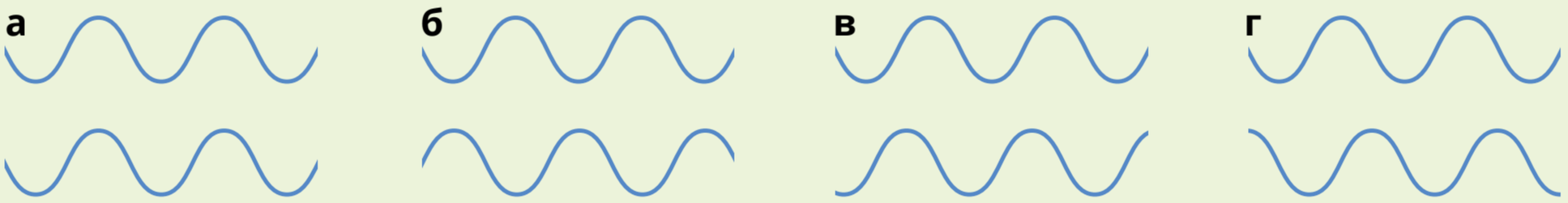


Рис. 11.12. Пари хвиль

3 Чи отримали б ви такі самі результати, як у завданні 2, якщо б одна з хвиль на рис. 11.9 мала амплітуду вдвічі більшу, ніж друга? Поясніть свою відповідь.

4 Намалюйте пару хвиль однакової частоти, які під час накладання утворять хвилю з амплітудою, яка дорівнюватиме амплітуді однієї з початкових хвиль.

Завдання 11.2. Інтерференція звукових хвиль

Дослідіть, як звукові хвилі можуть підсилювати або послаблювати одна одну, утворюючи інтерференційну картину.

1. Під'єднайте генератор сигналів до двох однакових гучномовців, розміщених на відстані приблизно 3–4 м один від одного.
2. Налаштуйте генератор так, щоб обидва динаміки видавали однаковий звук, який легко почути. (Якщо немає генератора, можна програти одну ноту через два гучномовці.)



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

3. Під’єднайте мікрофон до осцилографа.
4. Починаючи від одного гучномовця, повільно переміщуйте мікрофон у напрямку до другого. Спостерігайте за амплітудою сигналу на екрані осцилографа — вона покаже, як змінюється гучність у різних точках між гучномовцями.





Питання для обговорення

1. Чи очікуєте ви, що гучність звуку буде однаковою в кожній точці між двома гучномовцями? Поясніть свою відповідь.
2. Чи збігаються ваші результати з вашим припущенням у питанні 1?
3. Наскільки ви впевнені, що отримані результати достатньо точні, щоб зробити висновок?
4. Ви могли б провести цей експеримент, просто переміщуючись між гучномовцями та слухаючи зміни гучності. Чому, на вашу думку, використання мікрофона та осцилографа дає точніші результати?

Попрактикуйтеся

5 Коли автомобіль рухається дорогою між двома передавальними щоглами, сила радіосигналу постійно змінюється — він то стає гучнішим, то слабшає. Поясніть, чому під час руху змінюється сила радіосигналу, якщо радіохвилі поширюються від двох джерел одночасно.

Наука в дії. Вимкнення шуму

Навушники з активним шумозаглушенням дають змогу насолоджуватися музикою, не чуючи навколишніх звуків. Їхня робота ґрунтується на явищі деструктивної інтерференції. Усередині таких навушників є маленькі мікрофони, які вловлюють шум довкола. Отримані звуки комп’ютерна система перетворює на хвилі з протилежною фазою — тобто гребені стають западинами, а западини — гребенями. Коли ці нові хвилі поєднуються з шумом, вони взаємно скасовують одна одну, і шум зникає.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Проте ця технологія має й недоліки. Якщо слухати музику з увімкненим шумозаглушенням на вулиці, можна не почути сигнал автомобіля чи інший небезпечний звук, тому користуватися нею слід обережно.

Попрактикуйтеся

6 Попрацюйте в парах. Наведіть одну перевагу та один недолік технології шумозаглушення.

7* Дослідіть принцип роботи шумопоглинальних навушників, поясніть їхню важливість для працівників шумних підприємств та оцініть переваги й недоліки їх використання. На основі отриманої інформації сформулюйте власну думку: чи є вони ефективним і безпечним засобом захисту?

Підсумки

- Гребінь хвилі — найвища точка хвилі; відповідає ділянці, де частинки середовища максимально стиснуті й тиск найвищий.
- Западина хвилі — область, де частинки середовища максимально розріджені й тиск найнижчий.
- Інтерференція — це накладання хвиль, унаслідок чого в одних точках амплітуда збільшується, а в інших — зменшується.
- Конструктивна інтерференція — коли гребені або западини двох хвиль збігаються, утворюючи сильніший звук.
- Деструктивна інтерференція — коли гребінь однієї хвилі накладається на западину другої, звук послаблюється.

Ключові поняття

Гребінь, западина, інтерференція, конструктивна інтерференція, деструктивна інтерференція.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу використати аналогію з водними хвилями, щоб описати, як дві звукові хвилі можуть об'єднатися, щоб створити більш гучний звук або приглушити один одного.
- ☑ Я можу передбачити, що станеться, коли дві звукові хвилі об'єднаються.
- ☑ Я можу робити висновки на основі результатів досліджень.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Що з наведеного є основним джерелом звуку?

А Об'єкт, що має велику масу.

Б Тільки музичні інструменти.

В Будь-який об'єкт, що коливається.

Г Тільки об'єкти, виготовлені з металу.

2. Яке твердження про поширення звукових хвиль є правильним?

А Звук не поширюється у вакуумі, оскільки немає частинок для передачі коливань.

Б Звук не може поширюватися в рідинах.

В Звук поширюється найшвидше в газах.

Г Звукові хвилі є поперечними.



3. Правильним твердженням про зв'язок між амплітудою та гучністю є:

А Чим більша амплітуда звукової хвилі, тим тихіший звук.

Б Чим більша амплітуда звукової хвилі, тим гучніший звук.

В Амплітуда не впливає на гучність звуку.

Г Амплітуда визначає висоту тону.





4. Що відбувається, коли гребінь однієї хвилі збігається із западиною другої ідентичної хвилі?

А Амплітуда збільшується, утворюючи більшу хвилю.

Б Амплітуда зменшується, і хвилі взаємно гасять одна одну.

В Частота хвилі зменшується.

Г Хвиля відбивається в протилежному напрямку.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

5. За поданим зображенням двох звукових хвиль (рис. 11.13) установіть:

а) довжину синьої звукової хвилі;

б) амплітуду червоної звукової хвилі.

в) Яка з цих двох хвиль: синя чи червона, має вищий тон?

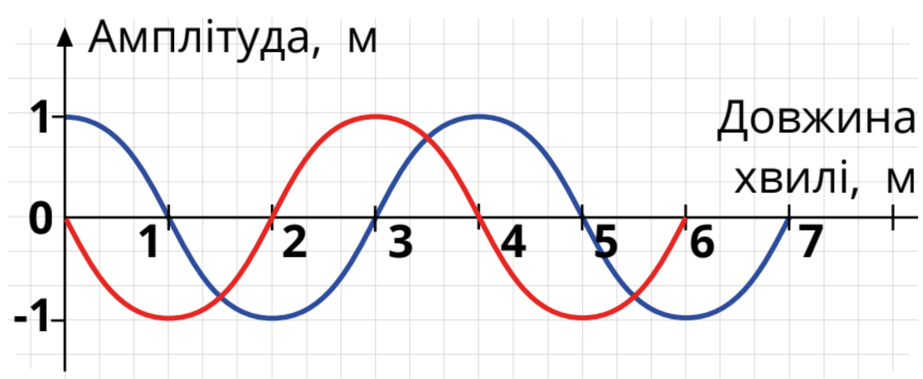


Рис. 11.13. Графіки звукових хвиль

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

6. За поданим графіком (рис. 11.14) трьох звукових хвиль:

а) поясніть, яка з хвиль — А, Б чи В — має найбільшу гучність? Яка є найтихішою?

б) визначте, яка з хвиль — А, Б чи В — може має найменший тон? Яка найдзвінкіша?

в) установіть, яка з цих хвиль може належати крилам комара?

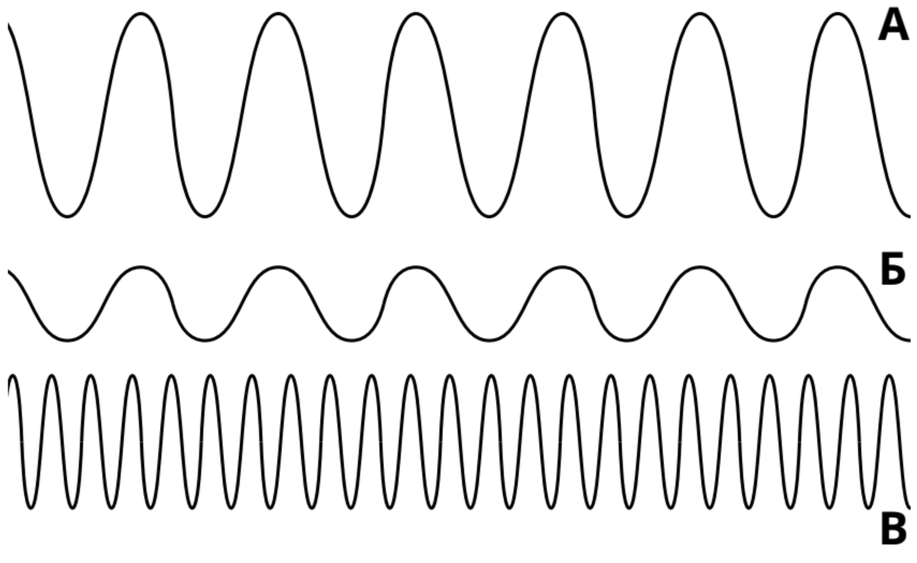


Рис. 11.14. Графіки звукових хвиль

III. Проводжу дослідження природи



7. Звук 1 утворився при вібрації струни 300 разів за 2 секунди. Звук 2 утворився при вібрації 1000 разів за 5 секунд. Обчисліть частоту кожного звуку. Який із них мав найвищу частоту і, відповідно, найвищий тон? Поясніть свою відповідь.

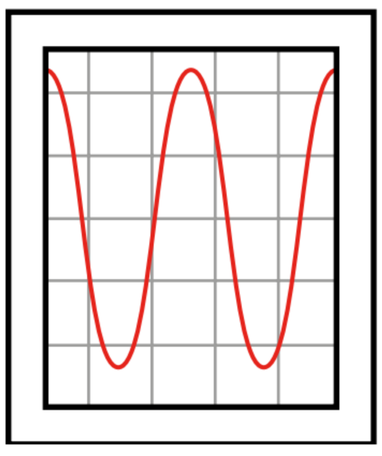
8. Намалюйте точні діаграми, які показують, як дві однакові хвилі, накладаючись одна на одну в однаковій фазі, можуть інтерферувати, утворюючи результуючу хвилю з амплітудою, удвічі більшою за амплітуду початкових хвиль.

9. Марія за допомогою осцилографа записала три звуки — А, Б і В.

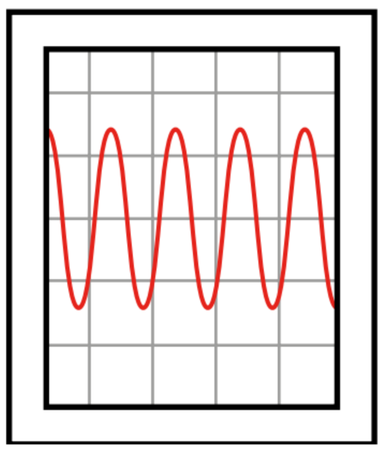
а) Визначте, який із трьох звуків є найгучнішим (має найбільшу амплітуду хвилі).

б) Визначте, який із трьох звуків має найвищу частоту (має найбільшу кількість коливань за однаковий проміжок часу).

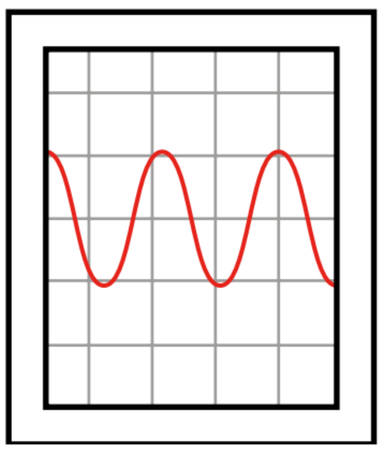
Звук **А**



Звук **Б**



Звук **В**



10. Людина видає звук, що спочатку має дуже низький тон, а потім поступово підвищується. Одночасно гучність звуку зменшується. Намалюйте схему, яка показує, як змінюється форма звукової хвилі впродовж цього процесу.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 12.
Глибинна будова Землі

12

Чи могли всі материки колись бути одним цілим? Теорія тектоніки плит стверджує, що так: колись існувала Пангея — гігантський суперматерик. Континенти постійно рухаються, і це не випадково. У цьому розділі ви з'ясуєте, які докази свідчать про давнє об'єднання континентів, що таке літосферні плити й чому вони постійно змінюють обличчя планети.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про внутрішню будову Землі та роль тектоніки плит;
- які докази руху плит та існування Пангеї;
- які причини землетрусів, вулканів і утворення гір;
- про значення магнітного поля та інверсії полюсів.

У цьому розділі ви навчитеся:

- описувати внутрішню будову Землі й рух плит;
- пояснювати наслідки руху плит (землетруси, вулкани, гори);
- наводити приклади доказів тектоніки плит.

rnk.com.ua/112352

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112353

Геодинаміка Землі. Тектоніка плит та її прояви

Будете навчатися:

- пояснювати, що таке геодинаміка та її вплив на Землю;
- описувати будову літосфери й докази тектоніки плит;
- наводити приклади проявів тектоніки: землетруси, вулкани, гори.

Внутрішня будова Землі — джерело її геодинаміки

Планета Земля — не просто кам'яна куля. Усередині неї відбуваються геодинамічні процеси: рух мантії, підйом розпеченої речовини, утворення розломів і гір. **Геодинаміка** вивчає внутрішні сили, що змінюють поверхню планети. Земля складається з кількох шарів (рис. 12.1). У центрі — розжарене **ядро**, що є джерелом тепла для внутрішніх процесів. Навколо нього — **мантія**, шар розплавленої в'язкої речовини, яка повільно рухається під дією цього тепла.

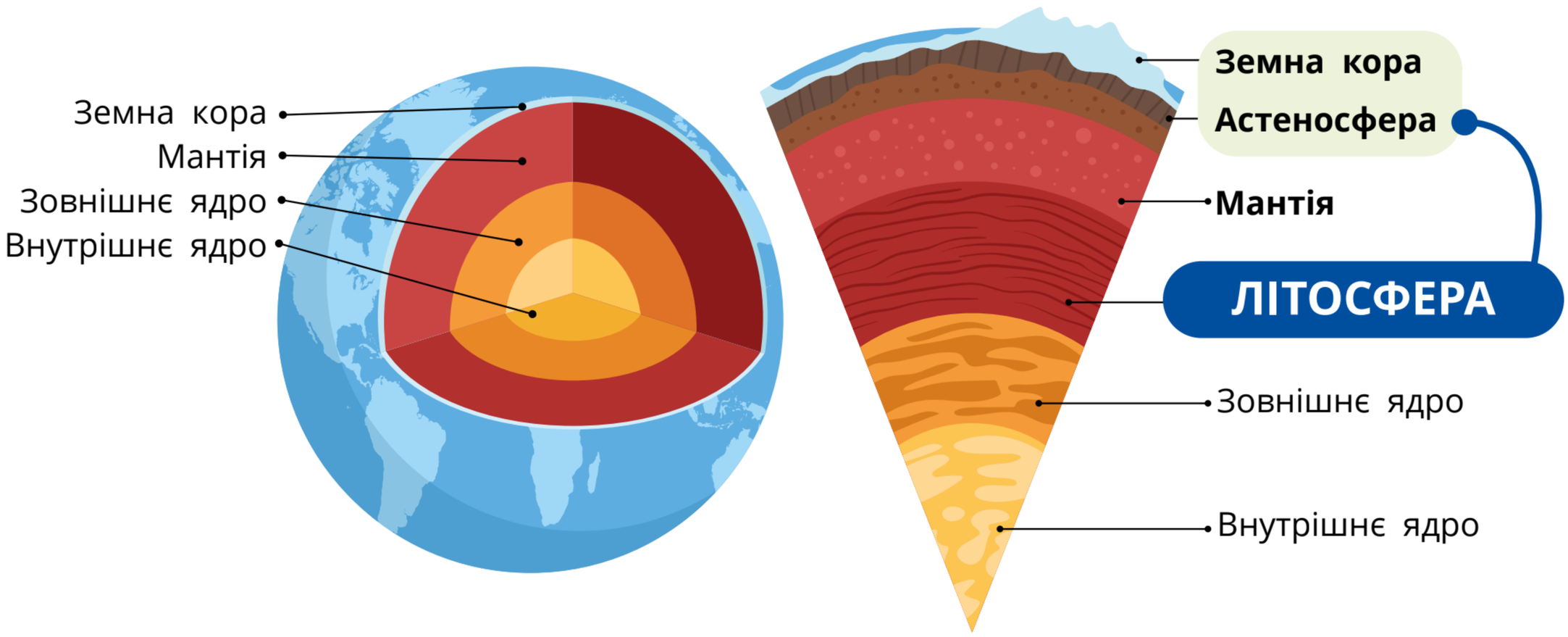
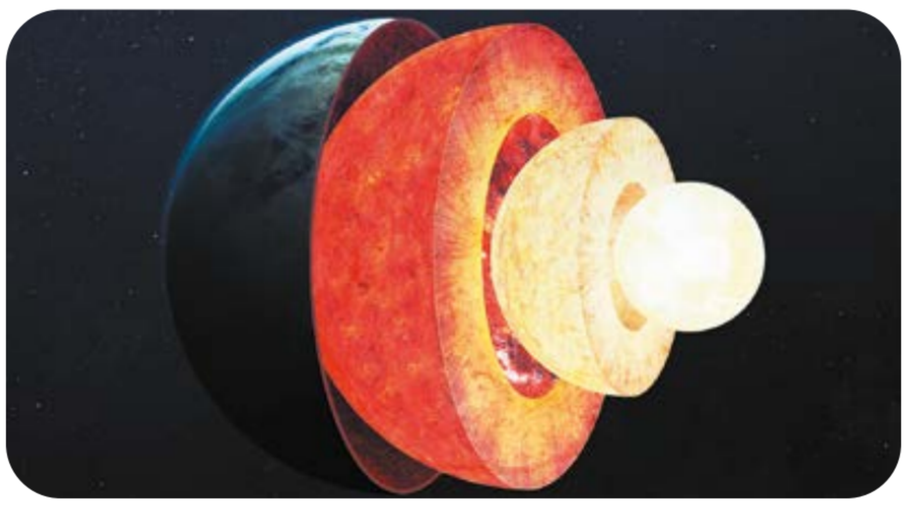


Рис. 12.1. Внутрішня будова Землі



Зовнішній твердий шар Землі — **літосфера**. Вона складається з великих плит, що «плавають» на **астеносфері** — пластичному верхньому шарі мантії.

На поверхні Землі є 15 великих і десятки менших **літосферних плит**, що рухаються зі швидкістю кілька сантиметрів на рік.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Найбільші з них: Тихоокеанська, Євразійська, Африканська, Північно- та Південноамериканська, Індо-Австралійська й Антарктична (рис. 12.2). На межах плит відбуваються найпотужніші геологічні процеси: землетруси, вулканізм, утворення гір і розломів.



1. Північноамериканська плита
2. Південноамериканська плита
3. Тихоокеанська плита
4. Євразійська плита
5. Арабська плита
6. Африканська плита
7. Індійська плита
8. Австралійська плита
9. Плита Наска
10. Антарктична плита
11. Сомалійська плита
12. Карибська плита

Рис. 12.2. Літосферні плити

Попрактикуйтеся

1. Поясніть, чому ядро Землі є джерелом внутрішньої енергії планети.
2. Ви працюєте в енергетичній компанії. Як можна використати геотермальну енергію ядра Землі?





Теорія тектоніки плит та її докази

Ще у XIX ст. науковці та науковиці звернули увагу на подібність обрисів материків. У XX ст. з'явилися докази, що земна кора складається з плит, які повільно рухаються. Сьогодні цей рух підтверджують численні факти, наведемо найважливіші.

1. Схожість берегових ліній

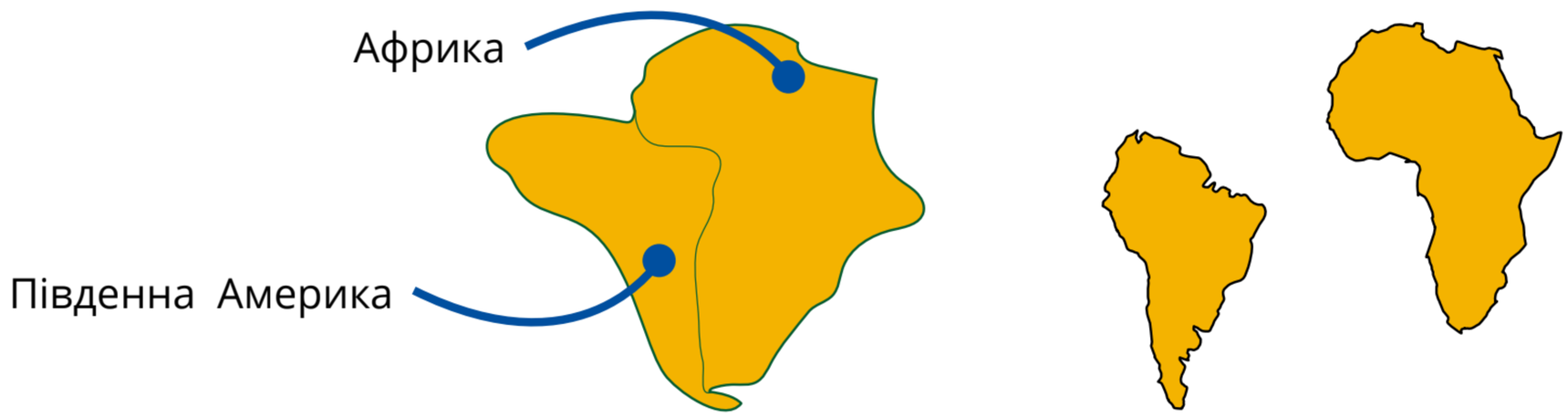


Рис. 12.3. Карта, що демонструє з'єднання Південної Америки й Африки

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Береги деяких континентів збігаються, наче частини пазла. Найяскравіший приклад — Африка та Південна Америка, що свідчить про їх колишнє з'єднання (рис. 12.3).

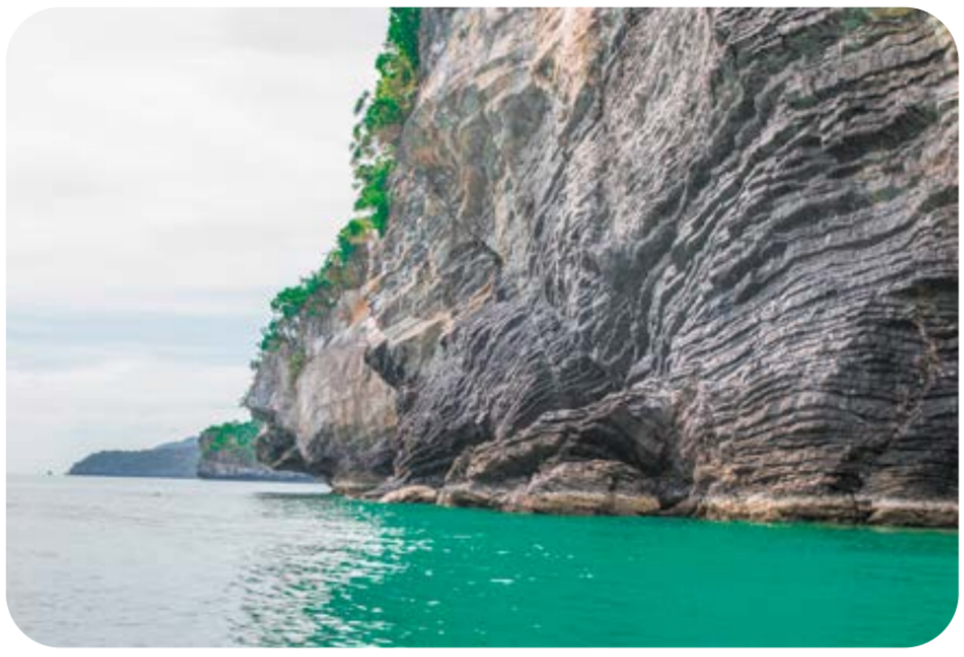


Рис. 12.4. Шари порід уздовж узбережжя

2. Геологічні структури

Гірські породи й хребти на різних материках подібні за віком і будовою, ніби колись складали єдину систему. Так, Аппалачі (США) та Каледоніди (Шотландія, Норвегія) збігаються за віком, складом і напрямом, що підтверджує їх походження від спільної давньої гірської системи, розділеної дрейфом материків.

3. Скам'янілості

Однакові викопні рештки рослин і тварин знаходять на континентах, які сьогодні розділені океанами. На рис. 12.5 зображено давню рослину, залишки якої виявлено на різних материках, що підтверджує існування суперконтиненту Ґондвани.



Рис. 12.5. а — скам'янілі рештки папороті глосоптериса; **б** — рослина за життя



Рис. 12.6. Дрейф континентів згідно з гіпотезою Вегенера

Німецький науковець Альфред Вегенер понад 100 років тому висунув гіпотезу дрейфу материків. Він припустив, що всі материки колись утворювали суперконтинент Пангею, оточений океаном Тетіс. Близько 200 млн років тому Пангея розкололася на Лавразію та Гондвану, а згодом материки набули сучасного вигляду (рис. 12.6).

Спершу гіпотезу не підтримали, але пізніше довели: земна кора складається з плит, які рухаються. Це стало основою сучасної теорії тектоніки плит.

Попрактикуйтеся

3 Ваш однокласник стверджує, що материки завжди були на своїх місцях. Наведіть докази, щоб переконати його в існуванні дрейфу материків.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

4 Обґрунтуйте, чому рештки морських риб чи молюсків не можуть бути доказами дрейфу материків.



5 Намалюйте схему, яка показує прибережні шари гірських порід. Використайте різні кольори для зафарбовування шарів, щоб продемонструвати, як узбережжя двох континентів збігаються між собою.

Завдання 12.1. Складання моделі Пангеї



Об'єднайтеся в групи та виконайте завдання.

1. Виріжте фігури основних континентів.
2. Спробуйте поєднати їх так, щоб узбережжя підходили одне до одного. Почніть із Південної Америки та Африки.
3. Дослідіть, чи можна скласти всі континенти разом, щоб уявити, як виглядала Пангея.
4. Визначте, які континенти добре поєднуються між собою.
5. Якщо деякі узбережжя не збігаються повністю, припустіть, що могло статися зі «зниклою» землею, яка колись їх з'єднувала.
6. Порівняйте висновки вашої групи з ідеями інших груп. З'ясуйте, що було однаковим, а що відмінним.
7. Подумайте, яких ділянок земної кори бракує у вашій моделі (наприклад, океанічної кори). Поясніть, чому без них модель не є повною.





Рис. 12.7. Схема утворення землетрусу

Землетрус — це раптовий струс земної кори, спричинений вивільненням напруження в породах. У цей момент накопичена енергія вивільняється назовні й поширюється хвилями, викликаючи коливання поверхні Землі (рис. 12.7).

Вулкан — це геологічне утворення, через яке на поверхню виходять магма, гази та попіл із надр Землі (рис. 12.8). Виверження найчастіше відбуваються в місцях розходження або зіткнення тектонічних плит.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 12.8. Схема утворення вулкану

Вулкан має магматичну камеру, жерло, кратер і вулканічний конус. Будова вулкана та склад магми визначають силу й характер його виверженень (рис. 12.8). У 1980-х роках для кращого вивчення сейсмічної активності по всьому світу було розгорнуто мережу сейсмографів.

Вони фіксують навіть незначні поштовхи, і завдяки їм науковці та науковиці з'ясували, що більшість землетрусів і виверженень чітко збігаються з межами тектонічних плит. Ці дані є вагомим підтвердженням теорії тектоніки плит.

Попрактикуйтеся

6* Поясніть, чому науковці та науковиці можуть відносно легко передбачити місця на Землі, де найімовірніше відбудуться землетруси, але не можуть точно визначити час їх виникнення.

7 Розгляньте карту (рис. 12.9).

а) Опишіть три області, де зосереджена найбільша кількість вулканів.

б) Чому саме в цих регіонах виникає така велика кількість вулканів?

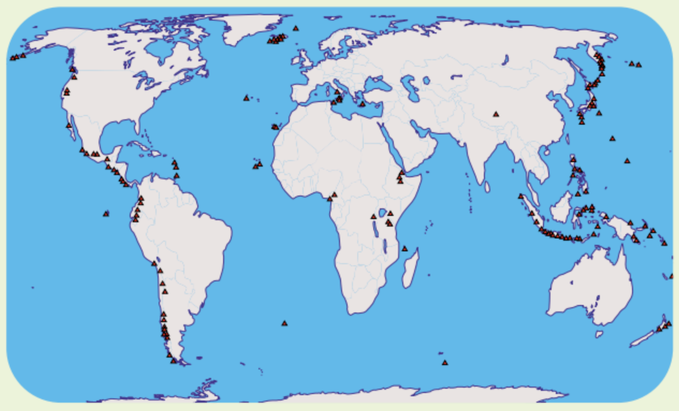


Рис. 12.9

Наука в дії. Розташування зони Вранча відносно України



Рис. 12.10. Зона Вранча

Активною сейсмічною зоною є **Вранча** — регіон у Румунії поблизу кордону з Україною (рис. 12.10). Землетруси в цій зоні можуть відчуватися й у прикордонних областях України. Карпатська сейсмологічна партія забезпечує підтримку та належне функціонування мережі сейсмічних станцій у гірському регіоні.

Робота фахівців та фахівчинь дає змогу отримувати важливі дані про землетруси й інші геофізичні явища, що дозволяє своєчасно аналізувати сейсмічну активність Карпат.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Магнітне поле Землі. Наслідки інверсії магнітних полюсів

Магнітне поле Землі утворюється завдяки руху розплавленого заліза й нікелю у зовнішньому ядрі планети. Воно простягається далеко в космос і утворює «захисний щит» — магнітосферу (рис. 12.11).

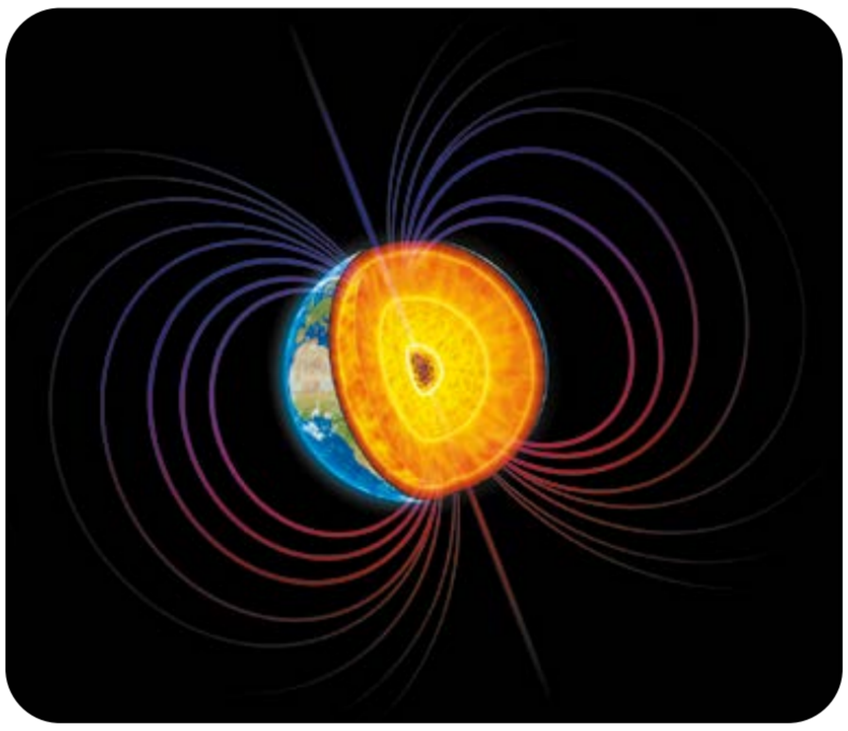


Рис. 12.11. Схема магнітного поля Землі

Завдяки цьому поле:

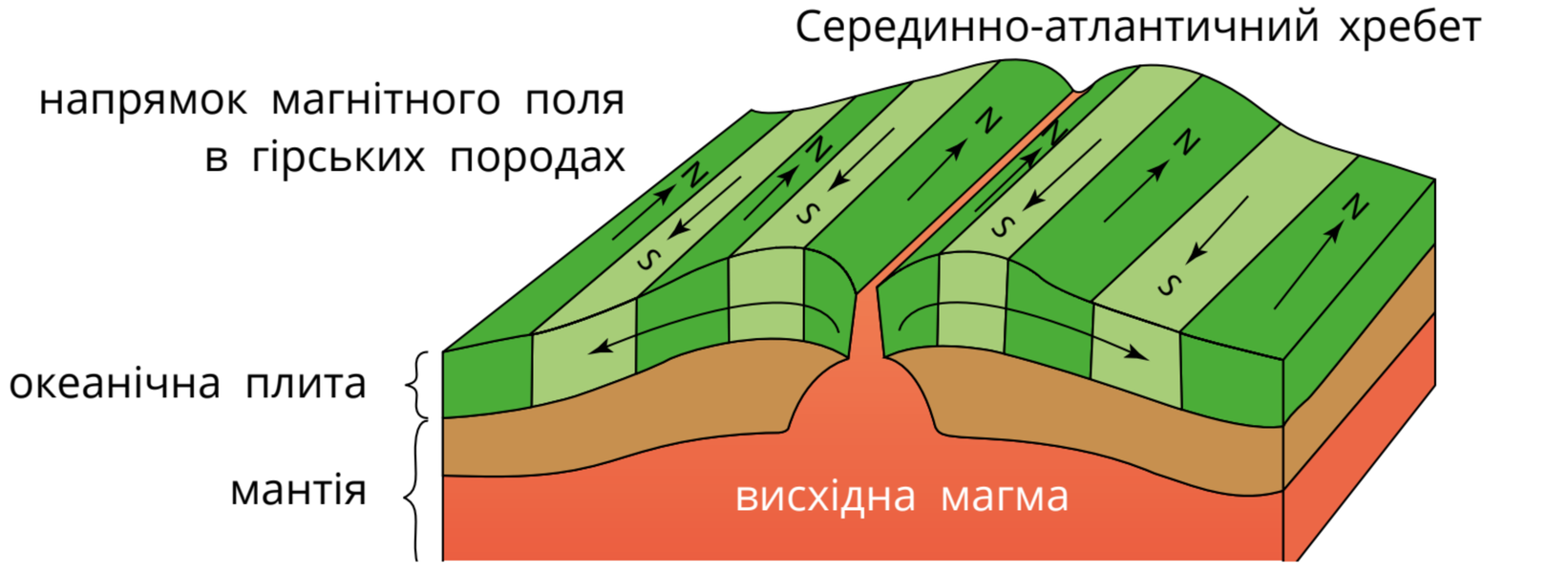
- захищає поверхню Землі від небезпечного космічного випромінювання;
- визначає напрямок стрілки компаса;
- допомагає орієнтуватися багатьом тваринам (птахам, черепахам, рибам) під час міграцій.

Науковці та науковиці виявили на океанічному дні чергування ділянок, де породи намагнічені в протилежних напрямках (рис. 12.12). Ці смуги мають дзеркальну симетрію по обидва боки серединно-океанічних хребтів.

Така закономірність пояснюється тим, що магма, яка виходить крізь тріщини в хребтах, поступово охолоджується та «запам'ятовує» напрямок магнітного поля, який існував на момент її застигання. Це свідчить, що магнітне поле Землі в минулому неодноразово змінювало свій напрям: північ ставала півднем, а південь — північчю. Це явище називають **інверсією магнітних полюсів**.



Серединно-атлантичний хребет



поширення морського дна біля серединно-атлантичного хребта

Рис. 12.12. Магнітні смуги в гірських породах, що утворюються на межі плит

Науковці та науковиці визначають вік шарів гірських порід, досліджуючи напрямок, у якому вони орієнтовані в магнітному полі Землі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Аналізуючи проміжки часу між інверсіями магнітного поля, можна підрахувати кількість смуг між межею літосферної плити та береговою лінією континенту й зробити висновки про те, як колись були з'єднані материки. Науковці та науковиці зібрали різноманітні докази, які підтверджують, що магнітне поле Землі змінювало свій напрямок 182 рази за останні 83 мільйони років. У середньому інверсія відбувається приблизно раз на 450 тисяч років.

Попрактикуйтеся

8 Якщо магнітне поле Землі змінюється в середньому раз на 450 000 років, а спостереження за породами на морському дні показують, що від початку розходження двох континентів відбулося 120 змін магнітного поля, обчисліть, скільки років тому континенти ще були з'єднані.



9 Чому використання лише кількості інверсій магнітного поля для визначення часу з'єднання континентів не є точним доказом? Запропонуйте, які інші дані можна було б дослідити, щоб підтвердити розрахунки.

Підсумки

- Геодинаміка — наука, що вивчає внутрішні сили Землі.
- Ядро Землі — центральна частина Землі.
- Мантія — товстий шар між ядром і земною корою.
- Земна кора — це зовнішня тверда оболонка Землі.
- Магнітне поле Землі — поле, створене рухом розплавленого заліза у зовнішньому ядрі.
- Магнітна інверсія — це явище, коли магнітне поле Землі змінює свою полярність.

Ключові поняття

Геодинаміка, ядро, мантія, тектоніка, земна кора, літосфера, літосферні плити, берегова лінія, скам'янілості, гірські породи, Пангея, землетрус, вулкан, магнітне поле, інверсія.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу назвати основні докази тектоніки плит.
- ☑ Я можу пояснити походження та відкриття плит.
- ☑ Я можу використати моделі й аналогії для опису процесів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- пояснювати основні типи руху літосферних плит — розходження, зіткнення та зсув;
- описувати значення конвекційних потоків у мантії в переміщенні плит;
- досліджувати, як тектонічні процеси впливають на утворення рифтів.

Типи руху літосферних плит

Рух плит лежить в основі тектонічної активності Землі та формує її поверхню. Розрізняють три основні типи.

- **Розходження** — плити віддаляються одна від одної (рис. 12.13а). У зонах серединно-океанічних хребтів піднімається магма, утворюючи нову океанічну кору й рифтові структури.
- **Зіткнення** — плити рухаються назустріч (рис. 12.13б, в). При цьому одна може занурюватися під іншу (субдукція) або відбувається зіткнення континентів, що спричиняє формування гір і зони вулканізму.
- **Зсув** — плити ковзають горизонтально вздовж розломів (рис. 12.13г). У цих зонах накопичується напруга, що часто призводить до землетрусів.

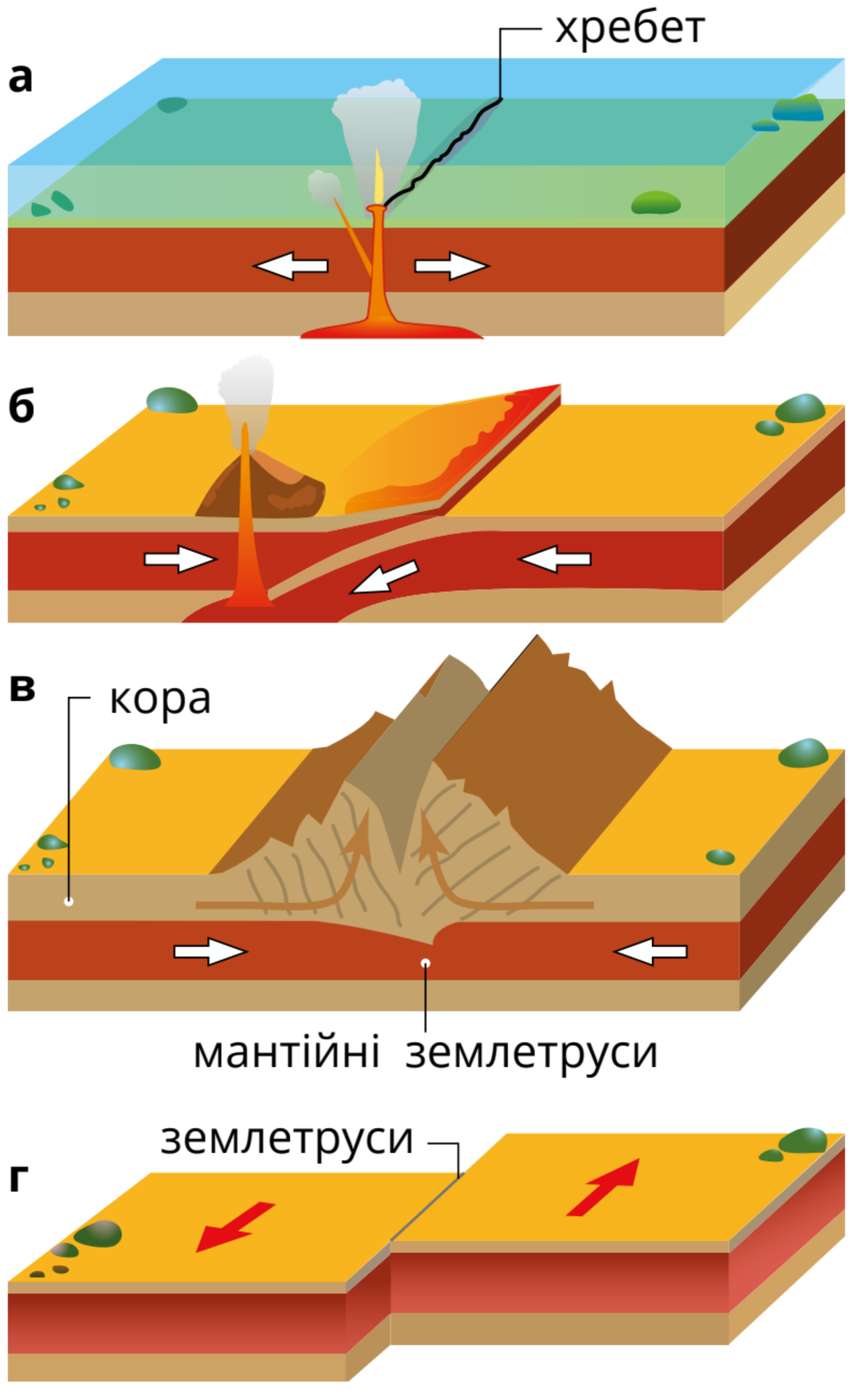


Рис. 12.13. Типи рухів літосферних плит

Попрактикуйтеся

1* Земля має форму кулі, тому її поверхня є замкнутою оболонкою. На деяких межах літосферні плити зближуються. Поясніть, чому з урахуванням форми Землі існування плит, які рухаються назустріч одна одній, неможливе без плит, що розходяться.

2 Розгляньте схему типів руху плит (рис. 12.13). Поясніть, які процеси відбуваються під час: розходження, зіткнення, зсуву.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Конвекційні потоки в мантії



Конвекційні потоки — це циркуляційні рухи розплавленої та напівтвердої речовини під літосферою, що виникають через різницю температур між глибокими та верхніми шарами мантії (рис. 12.14). Нагріта речовина розширюється й піднімається вгору, а охолоджена — опускається вниз. У результаті утворюються конвекційні осередки, які безперервно перемішують речовину мантії та створюють сили, що переміщують літосферні плити.

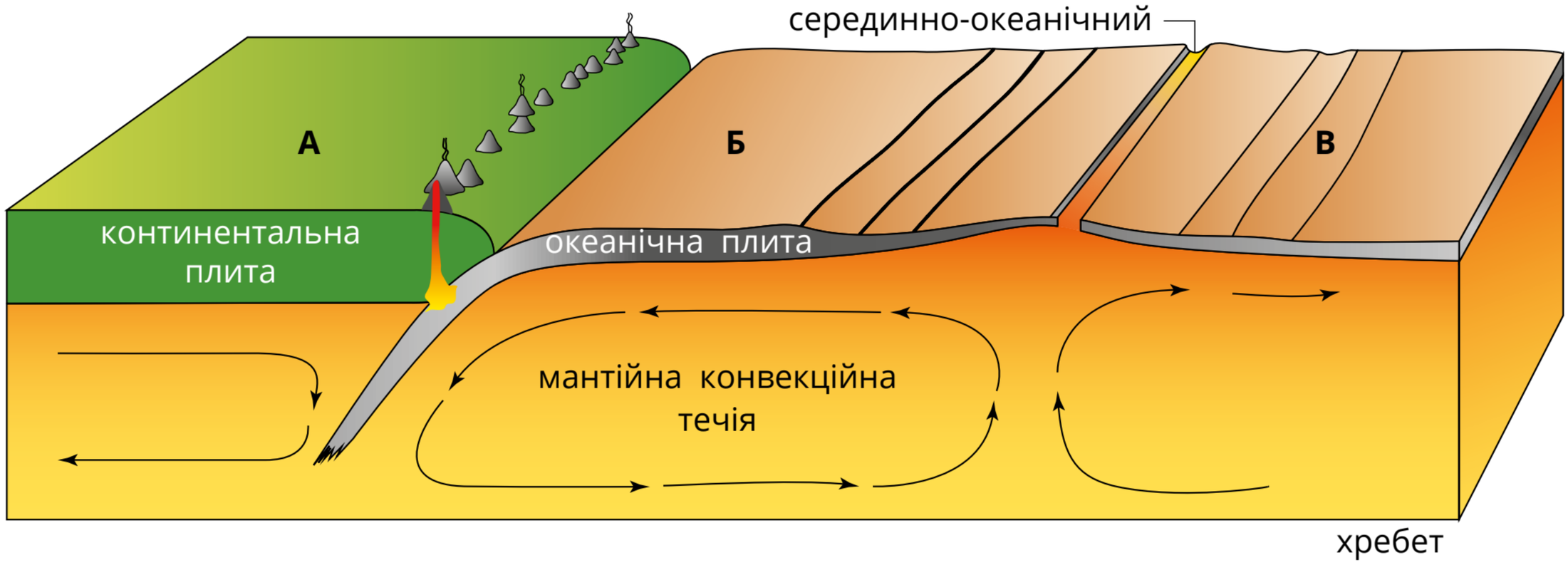


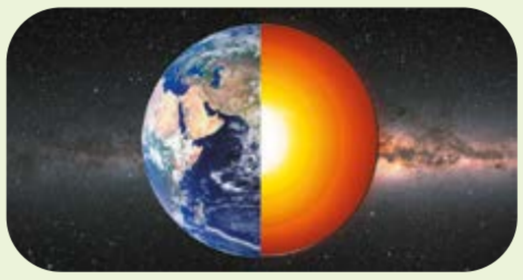
Рис. 12.14. Конвекційні течії в мантії переміщують тектонічні плити

Попрактикуйтеся

3 На рис. 12.14 зображено три тектонічні плити та два різних типи межі між ними.

а) Опишіть напрямок руху плит А і Б.

б) Порівняйте напрямки руху пластин Б і В.



Світова система рифтів і геотермальна енергія

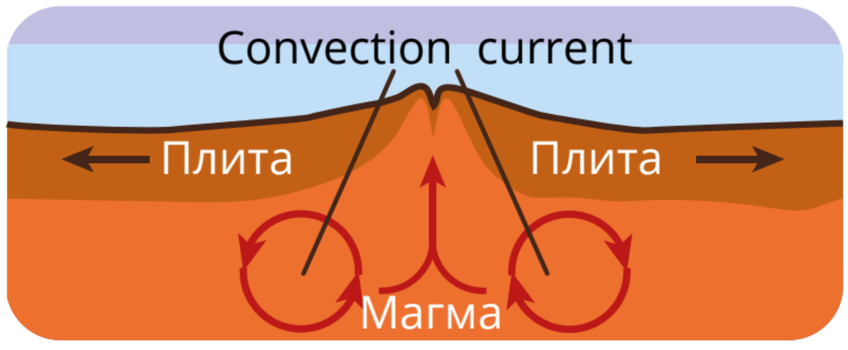


Рис. 12.15. Рифтова зона Серединно-Атлантичного хребта

Світова система рифтів — це мережа розломів і тріщин у земній корі, пов'язаних із розходженням літосферних плит на тисячі кілометрів. У цих зонах плити поступово віддаляються, і формується нова океанічна кора. Прикладом є Серединно-Атлантичний хребет (рис. 12.15).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Тут кора стоншується, магма з мантії піднімається до поверхні, утворюючи розломи, вулкани й осередки землетрусів.



Рис. 12.16. Східноафриканська рифтова система

Ще одним прикладом рифтової зони є Східноафриканська рифтова система (рис. 12.16). Вона простягається майже на 3000 км уздовж східної частини Африки та є одним із найвідоміших континентальних рифтів світу. Унаслідок розходження плит тут утворюються вулкани, глибокі розломи та великі озера. Рифт змінює ландшафт і клімат регіону й розглядається як зародок майбутнього океанського басейну.

У зонах рифтів кора тоншає, тому тепло з глибин Землі підходить ближче до поверхні. Це створює умови для використання **геотермальної енергії** — відновлюваного й екологічно чистого ресурсу. Геотермальні електростанції виробляють електроенергію, а тепло застосовують для опалення будівель, теплиць і в промисловості (рис. 12.17). Така енергія допомагає зменшити споживання викопного палива та викиди парникових газів.



Рис. 12.17. Геотермальна електростанція

Найбільше геотермальних електростанцій діє в районах активної тектоніки — в Ісландії, США (Каліфорнія) та Італії. Ці країни є світовими лідерами у використанні геотермальної енергії.

Попрактикуйтеся

4

5



Порівняйте рифтогенні райони та стабільні континентальні зони. Чому в рифтогенних областях простіше добувати геотермальну енергію?

Об’єднайтеся в групи та обговоріть: чи реально замінити викопні види палива (газ, нафту) геотермальною енергією в усьому світі?

а) Складіть перелік переваг і недоліків цієї технології.

б) Оцініть можливі наслідки для довкілля.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 12.2. Розходження літосферних плит

Східноафриканська рифтова система — це область, де, на думку науковців та науковиць, одна тектонічна плита поступово розколюється на дві нові, утворюючи межу між ними.



1. Передбачте, які геологічні процеси можуть відбуватися в зоні розколу плити, частини якої віддаляються одна від одної.
2. Поясніть, чому під час розходження плит уздовж межі формуються глибокі долини та озера.
3. Опишіть, який часовий масштаб потрібен для формування нових літосферних плит і чому ці процеси важко спостерігати безпосередньо.

Наука в дії. В Україні теж є геотермальна енергія

Дослідження показують, що в Закарпатському прогині на глибині близько 2 км температура води може сягати понад +100 °C — цього достатньо не лише для курортів, а й для виробництва електроенергії.



Рис. 12.18. Термальні води

У 2023 році Юлія Демчук (ГО «Геотермал Україна») у співавторстві з Ганною Лівенцевою (Іспанія) оцінили геотермальний запас України у 8,4 Mtoe на рік, що еквівалентно економії до 10 млрд м³ природного газу. Такі дослідження й наукові розробки відкривають для України можливість стати одним із центрів відновлюваної енергетики в Європі.

Вплив тектоніки на розміщення корисних копалин

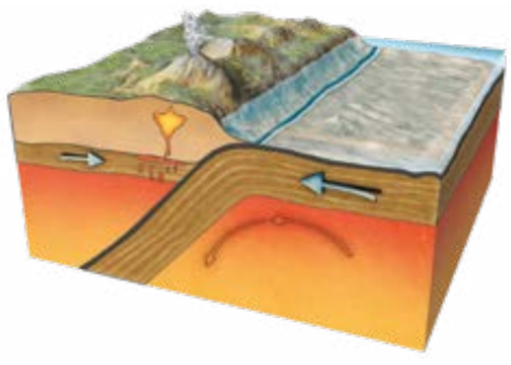


Рис. 12.19. Схема утворення зони субдукції

Рухи літосферних плит і пов'язані з ними геологічні процеси визначають просторове розташування багатьох родовищ корисних копалин. У місцях, де одна літосферна плита занурюється під іншу, формуються великі магматичні дуги. Тут виникають багаті родовища міді, золота та молібдену.

- **Розломи та зони зсуву.** Лінійні тектонічні структури слугують каналами для руху магми. Це сприяє утворенню кварцових жил із золотом, сріблом та іншими металами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

- **Рифтові зони та серединно-океанічні хребти.** У місцях розходження плит піднімається магма, що збагачена рідкісними елементами та сульфідними сполуками. На серединно-океанічних хребтах утворюються підводні сульфідні родовища («чорні курці») з високим вмістом міді, цинку та золота. При зіткненні континентальних плит формуються гірські системи, у яких трапляються родовища графіту, тальку та мармуру.
- **Вулканічні пояси.** Активний вулканізм, пов'язаний із тектонічними процесами, формує поклади пемзи, обсидіану та вулканічних туфів.

Попрактикуйтеся

6* Об'єднайтеся в групи й дослідіть типи родовищ у різних тектонічних зонах: зони субдукції, розломи, рифтові зони, колізійні області, вулканічні пояси. Поясніть основні процеси, що призводять до накопичення корисних копалин, і підготуйте коротку презентацію для класу.

7 Проаналізуйте хімічний склад вулканічних та метаморфічних порід (пемза, обсидіан, графіт, мармур). Визначте, які хімічні елементи та речовини накопичуються в цих породах. Поясніть, як тектонічні процеси сприяють їх концентрації та утворенню родовищ.



Підсумки

- Розходження — віддалення плит одна від одної.
- Зіткнення — рух плит назустріч одна одній.
- Зсув — горизонтальне ковзання плит уздовж розломів.
- Світова система рифтів — сукупність розломів і зон розходження плит.
- Mtoe — це одиниця вимірювання енергії, що використовується у світовій енергетиці (мільйон тонн нафтового еквівалента).

Ключові поняття

Літосферна плита, субдукція, конвекційні потоки, рифтова зона, розлом.

Оцініть свої досягнення

- ✓ Я можу робити прогнози на основі знань про конвекційні течії та тектоніку плит.
- ✓ Я можу описувати приклади використання геотермальної енергії.
- ✓ Я можу визначати, які корисні копалини характерні для вулканічних поясів, колізійних областей і зон розломів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Що з наведеного нижче можна використовувати як доказ тектоніки плит?

А магнітні матеріали в гірських породах;
Б шари гірських порід на узбережжях;
В скам'янілості;
Г усі зазначені пункти.

2. Які типи руху літосферних плит існують і як вони впливають на формування рельєфу Землі?

А розходження;
Б зіткнення;
В зсув;
Г усі три варіанти.



3. Назвіть суперконтинент, із якого утворилися сучасні континенти.

А Пангея;
Б Океанія;
В Антарктида;
Г Африка.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



4. Які з наведених видів тварин мають скам'янілості, що можуть свідчити про рух тектонічних плит?

А морська риба;
Б птахи;
В прісноводна риба;
Г ссавці, що плавають у морі.

5. Магнітні поля можуть надавати докази тектоніки плит:

А за допомогою компаса або магнітометра;
Б зміни магнітного поля фіксуються в базальтових породах як магнітні аномалії;
В магнітні аномалії на океанічному дні показують чергування полярності та вказують на розходження плит.

6. Магнітні поля можуть надавати докази тектоніки плит.

а) Як можна показати, що Земля має магнітне поле?
б) Як зміни магнітного поля Землі (раз на 400–500 тис. років) фіксуються в базальтових породах?
в) Як магнітні аномалії допомагають виявляти рух океанічної кори?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

III. Проводжу дослідження природи

7. Науковці та науковиці пояснюють рух плит теплом, що виробляється всередині Землі. Опишіть, як тепло від ядра Землі піднімає матеріал мантії і змушує його рухатися. Намалюйте стрілками, як рухається мантія під плитами, що віддаляються одна від одної (рис. 12.20).

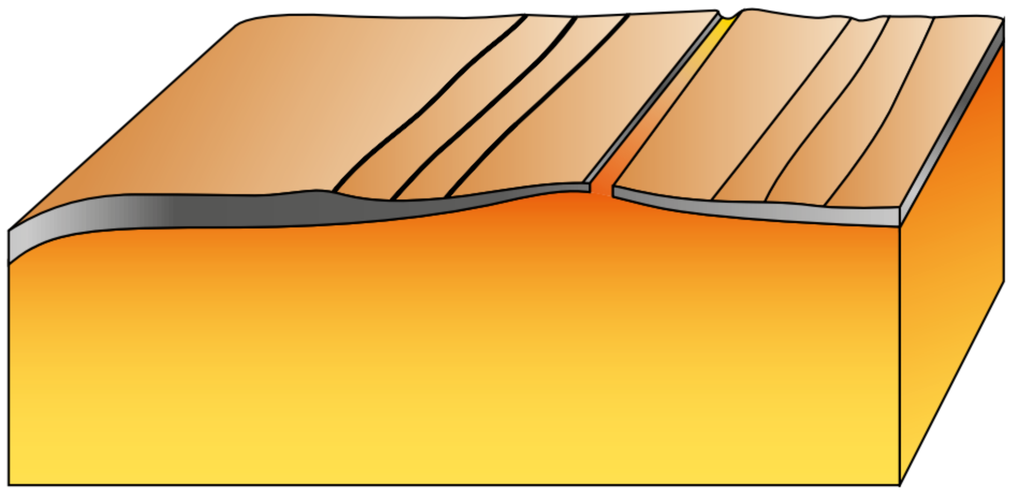


Рис. 12.20



8. Східноафриканська рифтова система — зона розходження плит.

а) Передбачте, які геологічні події відбуваються в цій зоні.

б) Поясніть утворення глибоких долин та озер уздовж меж плит.

9. Ісландія розташована на межі плит.

а) Опишіть докази того, що Ісландія знаходиться на межі плит.

б) Чи може Ісландія бути гарним місцем для пошуку викопних доказів тектоніки плит? Поясніть.

10. Науковець припустив, що Австралія колись була приєднана до Антарктиди як частина суперконтиненту.

а) Розгляньте форму континентів і скажіть, чи згодні ви з цим твердженням. Поясніть свою відповідь.

б) Опишіть три інші типи доказів, які можна шукати для підтвердження цього припущення.



13

Розділ 13.
Біогеохімічний цикл Карбону

Люди здавна захоплювалися Всесвітом і замислювалися, звідки беруться речовини. Наука дає змогу зазирнути в глибини космосу та зрозуміти: атоми, що утворюють тіло людини, колись виникли в надрах зірок. Карбон та інші хімічні елементи переходять із однієї форми в іншу в природних циклах, забезпечуючи існування всіх живих організмів.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- як горіння органічних речовин та викопного палива впливає на рівень вуглекислого газу;
- чому рослини є природними «поглиначами» вуглекислого газу та як це пов'язано зі зміною клімату;
- як людська діяльність порушує баланс циклу Карбону та впливає на глобальне потепління.

У цьому розділі ви навчитеся:

- пояснювати, як процеси фотосинтезу, дихання, живлення та горіння взаємодіють між собою та забезпечують колообіг Карбону в природі;
- аналізувати вплив людської діяльності на концентрацію вуглекислого газу в атмосфері;
- робити висновки про значення рослин і лісів у зменшенні наслідків зміни клімату.

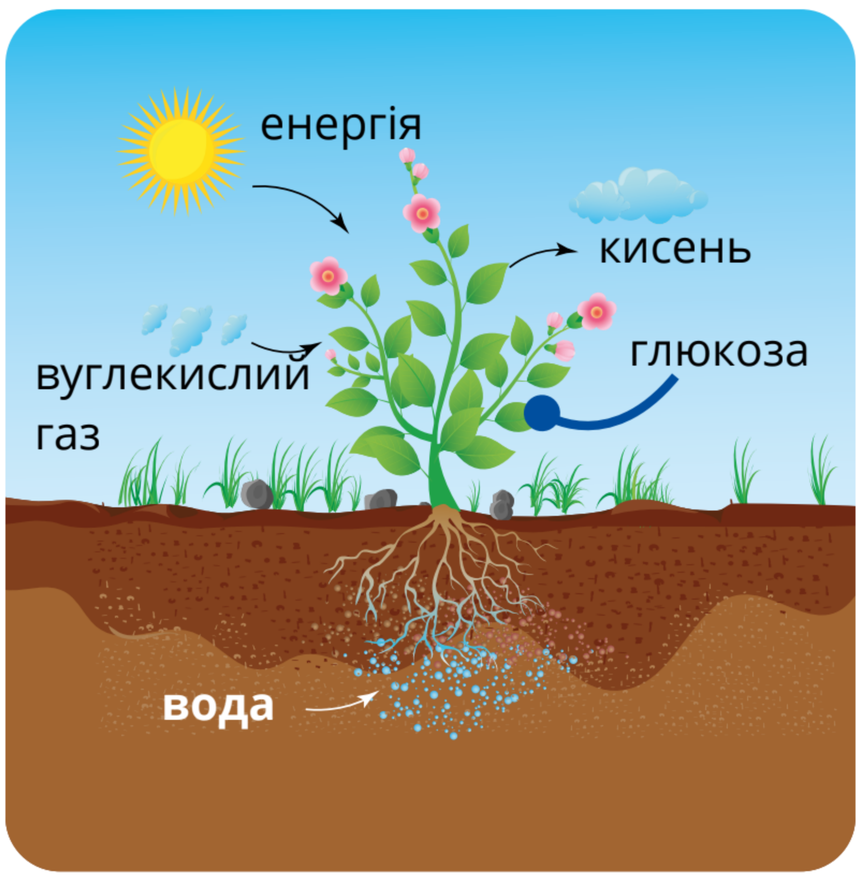
rnk.com.ua/112355

Будете навчатися:

- пояснювати значення фотосинтезу, дихання та горіння в циклі Карбону;
- визначати, хто є джерелом, а хто — поглиначем вуглекислого газу;
- будувати схему (ланцюжок) руху Карбону між різними компонентами біосфери.

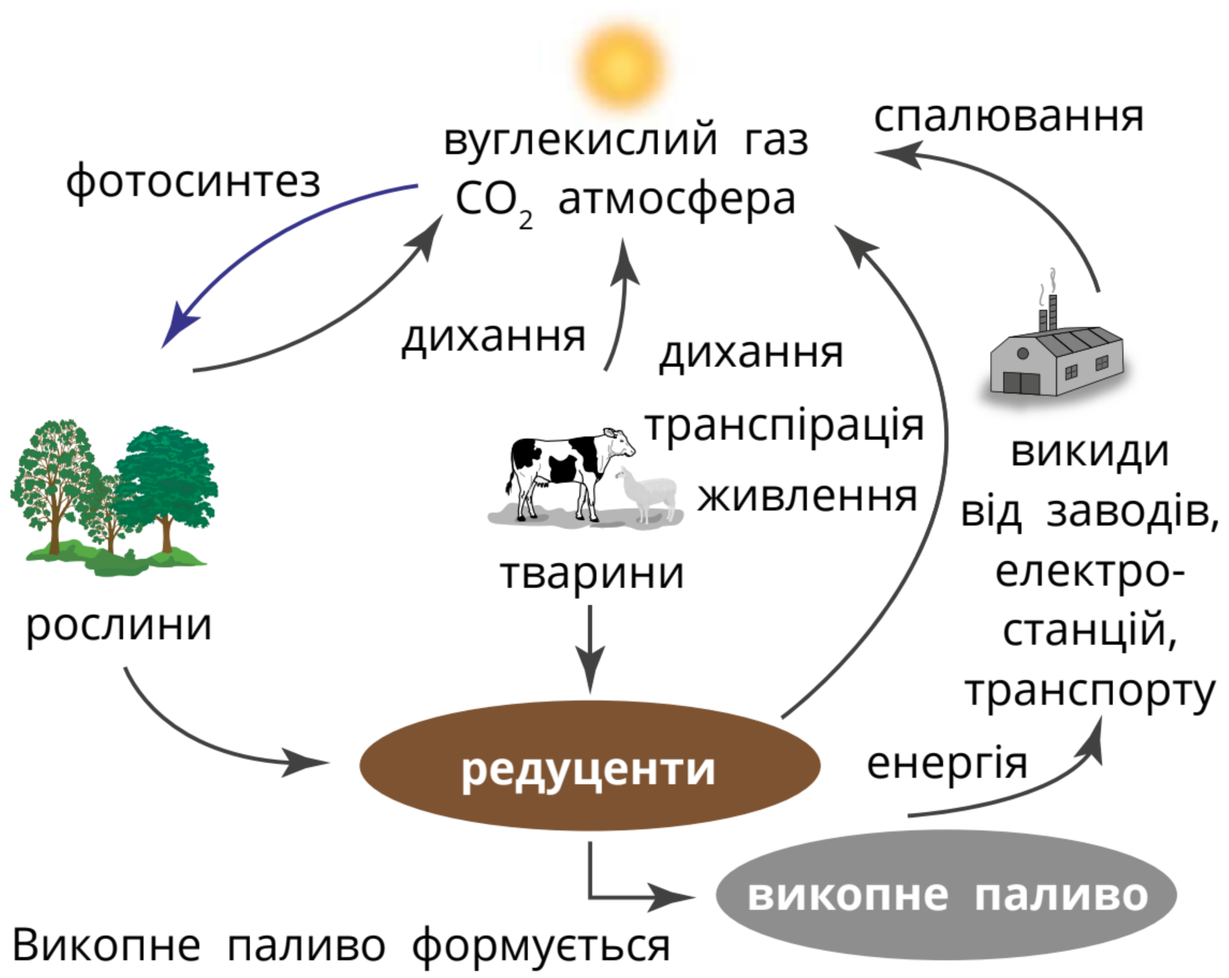
Фотосинтез і живлення

Під час фотосинтезу (рис. 13.1) рослини поглинають сонячне світло й використовують його енергію, щоб із води та вуглекислого газу з повітря утворювати поживні речовини — вуглеводи.



вуглекислий газ + вода → глюкоза + кисень

Рис. 13.1. Фотосинтез



Викопне паливо формується з органічної речовини, ізольованої від кисню

Рис. 13.2. Біогеохімічний цикл Карбону

Рослини виробляють їжу самостійно в хлоропластах — особливих органелах клітин. Тварини та гриби не мають хлоропластів, тому не можуть утворювати їжу самостійно й змушені отримувати її з інших джерел. Тварини споживають рослини або інших тварин, які теж живляться рослинами. Таким чином енергія для більшості живих істот зрештою надходить від рослин. Під час фотосинтезу рослини поглинають із повітря вуглекислий газ і виділяють кисень.



Рис. 13.3. Хлоропласт

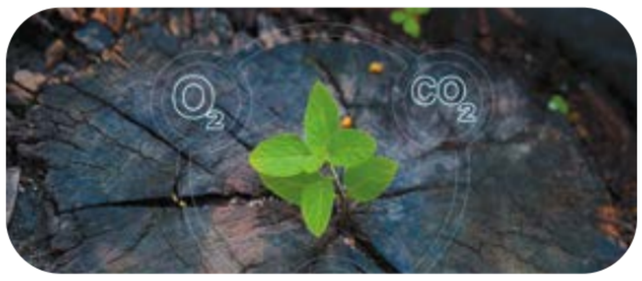
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Вони діють як природні поглиначі CO_2, включаючи його в органічні сполуки та зменшуючи кількість вуглекислого газу в атмосфері. Це має важливе значення для зміни клімату.

Попрактикуйтеся

1. Поясніть, чому фотосинтез є важливим фактором зміни клімату.
2. Поміркуйте, чому стратегії зменшення наслідків зміни клімату часто передбачають висаджування більшої кількості рослин.

Дихання



Дихання — це процес, під час якого живі організми отримують енергію, щоб підтримувати життєдіяльність. У рослин, тварин і бактерій дихання зазвичай є **аеробним**, тобто таким, що відбувається за наявності кисню. Його реагентами є глюкоза й кисень відповідно до текстової схеми:

глюкоза + кисень → вуглекислий газ + вода + енергія

Для дихання рослин не потрібне світло, тому цей процес триває як удень, так і вночі. У результаті в атмосферу виділяється вуглекислий газ. Частина бактерій, грибів і тварин отримують енергію, розкладаючи мертві рештки рослин і тварин. У цьому процесі теж виділяється вуглекислий газ. Аеробне дихання всіх живих організмів є **джерелом** вуглекислого газу, тоді як фотосинтез — його **поглиначем**. Разом ці процеси формують основу **біогеохімічного циклу Карбону** (рис. 13.4).

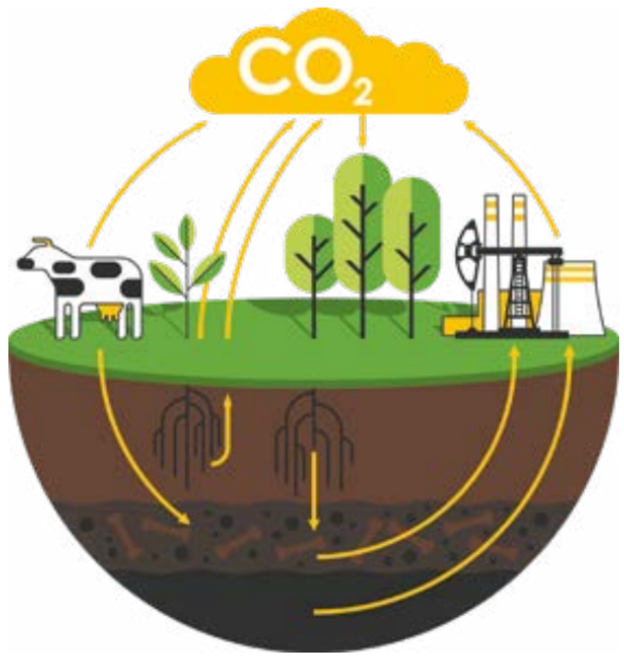


Рис. 13.4. Фотосинтез і дихання є найважливішими процесами, що забезпечують кругообіг вуглецю в природі.

Попрактикуйтеся

3. Поясніть, яким чином тварини є джерелом вуглекислого газу як під час життя, так і після смерті.
4. «Хоча рослини виробляють вуглекислий газ у процесі дихання, вони все одно є дуже корисними поглиначами вуглекислого газу, оскільки поглинають удвічі більше вуглекислого газу, ніж виробляють». Що це говорить вам про реакції фотосинтезу й дихання в рослинах?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

5 Висловіть припущення, чому вдень рослини виділяють і вуглекислий газ, і кисень, а вночі — лише вуглекислий газ.



Горіння

Під час спалювання деревини в атмосферу виділяється вуглекислий газ, оскільки атоми Карбону, що входять до складу деревини, реагують із киснем повітря:

деревина + кисень → вуглекислий газ + вода + енергія

Згодом люди відкрили, що вугілля, нафта та природний газ дають набагато більше енергії, ніж деревина (рис. 13.5). Ці три види палива називають **викопним паливом**. Вони утворювалися протягом мільйонів років з осадових порід, у яких знаходять рештки рослин і тварин у вигляді **скам'янілостей**. Вугілля та нафта містять **вуглеводні** з великою кількістю атомів Карбону, тому під час їх спалювання вивільняється значно більше вуглекислого газу, ніж при горінні метану.



Рис. 13.5. Кам'яне вугілля

Попрактикуйтеся

6 На яку реакцію — фотосинтез чи дихання — найбільше схоже горіння? Поясніть подібності та відмінності.

7* Науковці та науковиці припускають, що компанії, які керують електростанціями або заводами на викопному паливі, можуть зменшити свій вплив на зміну клімату, висаджуючи великі площі нових дерев. Поміркуйте, чи це є доброю ідеєю, і обґрунтуйте своє рішення.

Завдання 13.1. Складання ланцюжка Карбону



1. Об'єднайтеся в групи.
2. Кожна група отримує картки: рослина, тварина, бактерія, атмосфера, океан, викопне паливо.
3. Зобразіть у зошиті ланцюжок руху Карбону, позначаючи стрілками, хто поглинає, а хто виділяє вуглекислий газ.
4. Обговоріть у класі ланцюжок, побудований кожною групою. Подумайте, де людина змінює цей ланцюжок?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Зверніть увагу, що в колообігу беруть участь переважно речовини, що містять Карбон, а не самі атоми Карбону. Ця схема показує лише частину циклу Карбону. Наприклад, частина вуглекислого газу з атмосфери розчиняється в океанах, тому океани мають важливе значення як поглиначі вуглекислого газу.

Кліматологи та кліматологині прогнозують зміни клімату, оцінюючи, скільки вуглекислого газу виробляється або поглинається в процесах циклу Карбону. Вони перевіряють ці прогнози, вимірюючи рівень вуглекислого газу в атмосфері у різних місцях світу та використовуючи **метеорологічні супутники** для спостереження за температурою в різних регіонах Землі.



Зростання рівня вуглекислого газу (CO_2)

Це вже призвело до підвищення середньої температури на Землі.

Рівень вуглекислого газу (CO_2) в атмосфері зростає переважно через людську діяльність.

Потепління триватиме доти, доки викиди CO_2 в атмосферу перевищуватимуть його поглинання природними й техногенними процесами.

Попрактикуйтеся

8* Скориставшись додатковими джерелами інформації, дослідіть вплив глобального потепління на рівень моря через танення полярних і гірських льодовиків. Під час танення вічної мерзлоти може виникати зворотний зв'язок — додаткове вивільнення в атмосферу парникових газів, що посилює потепління. Припустіть, із яких джерел можуть походити ці гази.

9 Розгляньте рис. 13.2. Назвіть частину схеми, яка найбільше залежить від сонячного світла. Укажіть частини циклу Карбону, які зменшують кількість Карбону в атмосфері.

Наука в дії. Рослини — природні поглиначі вуглекислого газу



Під час фотосинтезу рослини очищують атмосферу, поглинаючи вуглекислий газ, і таким чином сповільнюють глобальне потепління. В Україні активно досліджують цю важливу роль рослин.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

У **Національному ботанічному саду** НАН України з'ясували, що деякі види рослин особливо ефективно поглинають CO_2. Їх радять висаджувати в містах — це не лише прикрашає вулиці, а й покращує якість повітря. В **Інституті екології Карпат** НАН України вивчають ліси Карпатського регіону (рис. 13.6). Дослідження підтверджують: збереження та відновлення лісів допомагає зменшити надлишок парникових газів в атмосфері. Недаремно Карпатські ліси називають «легенями України».



Рис. 13.6. Карпати

Підсумки

- Під час фотосинтезу рослини з вуглекислого газу, води й світла утворюють кисень і вуглеводи.
- Під час дихання організми отримують енергію, перетворюючи глюкозу й кисень на вуглекислий газ і воду.
- Редуценти розкладають рештки мертвих рослин і тварин, повертаючи сполуки Карбону в довкілля.
- Горіння — це взаємодія речовин із киснем, під час якої виділяється енергія.

Ключові поняття

Цикл Карбону, вуглекислий газ, вуглеводні, фотосинтез, поглиначі, викопне паливо.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я вмію планувати дослідження, щоб перевіряти процеси, пов'язані з циклом Карбону.
- ☑ Я можу визначати необхідне обладнання для проведення досліджень і користуватися ним належним чином.
- ☑ Я можу пояснювати, як людська діяльність впливає на цикл Карбону.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112357

Вплив діяльності людини на колообіг Карбону

Будете навчатися:

- розуміти, як людська діяльність змінює природний колообіг Карбону;
- визначати основні джерела викидів вуглекислого газу;
- пропонувати способи зменшення впливу людини на колообіг Карбону.

Як людина змінює колообіг Карбону

Природний колообіг Карбону на Землі сформувався мільйони років тому й залишався відносно стабільним. Рослини поглинають вуглекислий газ під час фотосинтезу, а тварини, бактерії й гриби вивільняють його під час дихання й розкладання (рис. 13.7). Горіння органічних речовин теж є частиною природного циклу Карбону.



Рис. 13.7. Біогеохімічний цикл Карбону



Однак за останні два століття діяльність людини докорінно змінила цей баланс. Людина втрутилася в природні процеси настільки сильно, що тепер вони не встигають компенсувати надлишок вуглекислого газу. Це порушення стало однією з головних причин **глобального потепління** та **зміни клімату**. За підрахунками науковців та науковиць, до початку промислової революції (приблизно 1750 року) концентрація вуглекислого газу в атмосфері становила близько **280 ppm** (parts per million — частин на мільйон).

Це означає, що на кожен мільйон молекул повітря припадало приблизно **280 молекул CO_2**. У 2024 році цей показник перевищив **420 ppm**. Це найвищий рівень за останні 800 тисяч років, і такий стрімкий приріст стався не природним шляхом, а внаслідок людських впливів (рис. 13.8).



Рис. 13.8. Викиди промислового підприємства в атмосферу, зокрема вуглекислого газу

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Спалювання викопного палива



Щодня людство спалює величезні обсяги вугілля, нафти та природного газу для виробництва електроенергії, транспортування, промисловості й опалення. Ці речовини утворилися з органічних решток мільйони років тому, і під час їхнього спалювання в атмосферу вивільняється Карбон, накопичений упродовж геологічних епох.



На початку XXI століття людство викидає понад 35 мільярдів тонн CO_2 щороку. Це значно більше, ніж природні екосистеми можуть поглинути через фотосинтез чи океани. Надлишок газу затримує тепло в атмосфері, підсилюючи **парниковий ефект** — природне явище, завдяки якому атмосфера Землі утримує частину тепла, яке надходить від Сонця. Це призводить до поступового підвищення середньої температури Землі, зміни клімату та збільшення кількості екстремальних погодних явищ.

Вирубування лісів і зміни землекористування



Ліси — це природні «легені» планети. Дерева поглинають CO_2 під час фотосинтезу й використовують його для утворення органічних речовин (біомаси), при цьому кисень утворюється з води під дією світла. Але коли ліси вирубують для розширення міст, сільського господарства чи добування корисних копалин, ситуація змінюється:

- зменшується кількість рослин, здатних поглинати вуглекислий газ;
- під час спалювання або розкладання деревини Карбон повертається в атмосферу;
- ґрунти, які утримують Карбон, при обробітку вивільняють його додатково.

У світі щороку зникає близько 10 мільйонів гектарів лісів — площа, більша за територію Португалії. Це значно знижує здатність біосфери стримувати накопичення CO_2.

Попрактикуйтеся

1 Поясніть, як спалювання викопного палива впливає на цикл Карбону.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

2* Дослідіть вплив вирубування лісів в Україні / у вашій місцевості на поглинання CO_2 за останні десятиліття.

Промисловість і будівництво



Деякі промислові процеси, як-от виробництво цементу чи сталі, також виділяють великі обсяги вуглекислого газу. Наприклад, під час виробництва цементу розкладається кальцій карбонат (вапняк), що супроводжується вивільненням CO_2. Такий тип викидів називають **процесним**. На нього припадає до 8 % усіх глобальних викидів вуглекислого газу — більше, ніж від авіаційного транспорту (2–3 %). На автомобільний транспорт припадає близько 15–17 % глобальних викидів — це одне з найбільших джерел антропогенних викидів.

Сільське господарство й харчова промисловість



Сільське господарство є джерелом інших парникових газів, які змінюють баланс Карбону в атмосфері.

- **Метан (CH_4)** утворюється під час травлення великої рогатої худоби. Одна корова може виділяти до 120 кг метану на рік, а метан утримує тепло приблизно у 28 разів ефективніше, ніж CO_2.
- **Нітроген(I) оксид (N_2O)** виділяється під час використання азотних добрив.

Таким чином, тваринництво та землеробство прискорюють накопичення парникових газів і безпосередньо впливають на глобальний колообіг Карбону.

Попрактикуйтеся

3 Які промислові процеси вивільняють CO_2 навіть без спалювання палива?

4 Наведіть приклади дій, які можуть зменшити людський вплив на цикл Карбону.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Поводження з відходами

Органічні відходи на сміттєзвалищах розкладаються без доступу кисню, утворюючи метан. Його концентрація в атмосфері значно зросла за останні 150 років саме через людську діяльність. За оцінками екологів та екологинь, близько 5 % світових викидів метану походить саме від звалищ побутових відходів. Крім того, при спалюванні відходів утворюється CO_2, що додатково навантажує атмосферу.

Наслідки для планети



Надлишок парникових газів утримує тепло в атмосфері, посилюючи парниковий ефект, що призводить до:

- підвищення середньої температури на Землі;
- танення льодовиків і підняття рівня океанів;
- частіших посух, повеней і ураганів;
- зсуву кліматичних зон та загрози біорізноманіттю.

Якщо викиди не скоротити, до кінця XXI ст. середня температура на планеті може зрости на 3–4 °C — це більше, ніж під час будь-якого природного потепління за останні 2 млн років.

Завдання 13.2. Колообіг Карбону навколо нас

1. Об’єднайтеся в групи та створіть схему колообігу Карбону, показавши природні й антропогенні джерела та поглиначі.



2. Позначте на схемі:
   - де відбувається поглинання CO_2;
   - де вуглекислий газ утворюється природно;
   - де він потрапляє в атмосферу через діяльність людини.
3. Обговоріть, які ланки схеми можна змінити або покращити. Представте схему класу та поясніть.

Як можна зменшити вплив людини на цикл Карбону



- переходити на відновлювані джерела енергії — сонячну, вітрову, гідроенергію;
- зменшувати вирубування лісів та активно їх відновлювати;
- використовувати енергоощадні технології у промисловості;
- упроваджувати сталий розвиток у сільському господарстві;
- розвивати системи перероблення відходів і зменшення сміття.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

5* Складіть список дій, які ви виконуєте щодня (наприклад: користування транспортом, приготування їжі, використання електроприладів).

а) Для кожної дії визначте, чи вона сприяє викидам парникових газів. Обговоріть у групах, як можна зменшити власний «карбоновий слід».

б) Сформулюйте 3 конкретні кроки, які ви можете зробити вже сьогодні для зменшення викидів CO_2.



Наука в дії. Дослідження циклу Карбону

Цикл Карбону — це природний механізм, який підтримує баланс між атмосферою, океанами, ґрунтами та живими організмами. Українські науковці та науковиці роблять вагомий внесок у вивчення цих процесів.



Рис. 13.9. Будівництво саркофагу на Чорнобильській АЕС

З'ясовано, що ліси, які відновилися в Чорнобильській зоні відчуження без втручання людини, активно поглинають вуглекислий газ, частково компенсуючи викиди, спричинені господарською діяльністю людини.

Саркофаг (захисна споруда) над реактором побудований із метою захисту від викидання радіонуклідів (рис. 13.9).

Підсумки

- Природний колообіг Карбону підтримує баланс у природі.
- Людська діяльність створює надлишок парникових газів, що спричиняє потепління.
- Зменшити вплив допомагають відновлювана енергетика, ліси та енергоощадні технології.

Ключові поняття

Колообіг Карбону, викопне паливо, парникові гази.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я пояснюю, як людська діяльність змінює колообіг Карбону.
- ☑ Я визначаю джерела CO_2 та їхній вплив на атмосферу.
- ☑ Я пропоную способи зменшення впливу людини на колообіг Карбону.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Деякі науковці та науковиці розробляють способи вловлювання газів, що виникають унаслідок діяльності людини, та зв'язування вуглекислого газу із речовинами так, щоб його можна було зберігати під землею.

а) Поміркуйте, у якій частині схеми колообігу Карбону це можна зобразити.

б) Передбачте, як такий процес може вплинути на темпи зміни клімату.





2. Людство чинить вплив на колообіг Карбону.

а) Опишіть, яким чином спалювання викопного палива та вирубування лісів змінюють колообіг Карбону.

б) Спрогнозуйте, які тривалі наслідки це може мати для клімату та живих організмів.

в) Запропонуйте приклад одного заходу, що може зменшити негативний вплив людини на цикл Карбону.

3. Уявіть, що рівень викидів вуглекислого газу продовжує зростати.

а) Поясніть, як це вплине на баланс між поглиначами та джерелами Карбону.

б) Опишіть можливі зміни в екосистемах (лісах, океанах тощо) унаслідок підвищеного вмісту CO_2.

в) Чому ці зміни становлять загрозу для життя людей?

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

4. Розгляньте колообіг Карбону на рис. 13.2.

а) Яке значення мають «поглиначі вуглекислого газу», які позначені стрілками вниз?

б) Що означають стрілки, спрямовані вгору?

в) Яку тенденцію демонструють стрілки, що відображають діяльність людини?

г) Чому ця тенденція має важливе значення для клімату Землі?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

5. Учень вважає, що дихання є зворотним процесом фотосинтезу.

а) Запишіть текстову схему фотосинтезу.

б) Запишіть текстову схему дихання, про яке говорить учень.

в) Поясніть, у чому полягає помилка учня. (**Підказка:** зверніть увагу на інші речовини, що беруть участь у реакціях).

г) Яка з реакцій (**а** чи **б**) сприяє зменшенню кількості вуглекислого газу в атмосфері? Чому вона має важливе значення для існування людини та інших живих організмів?

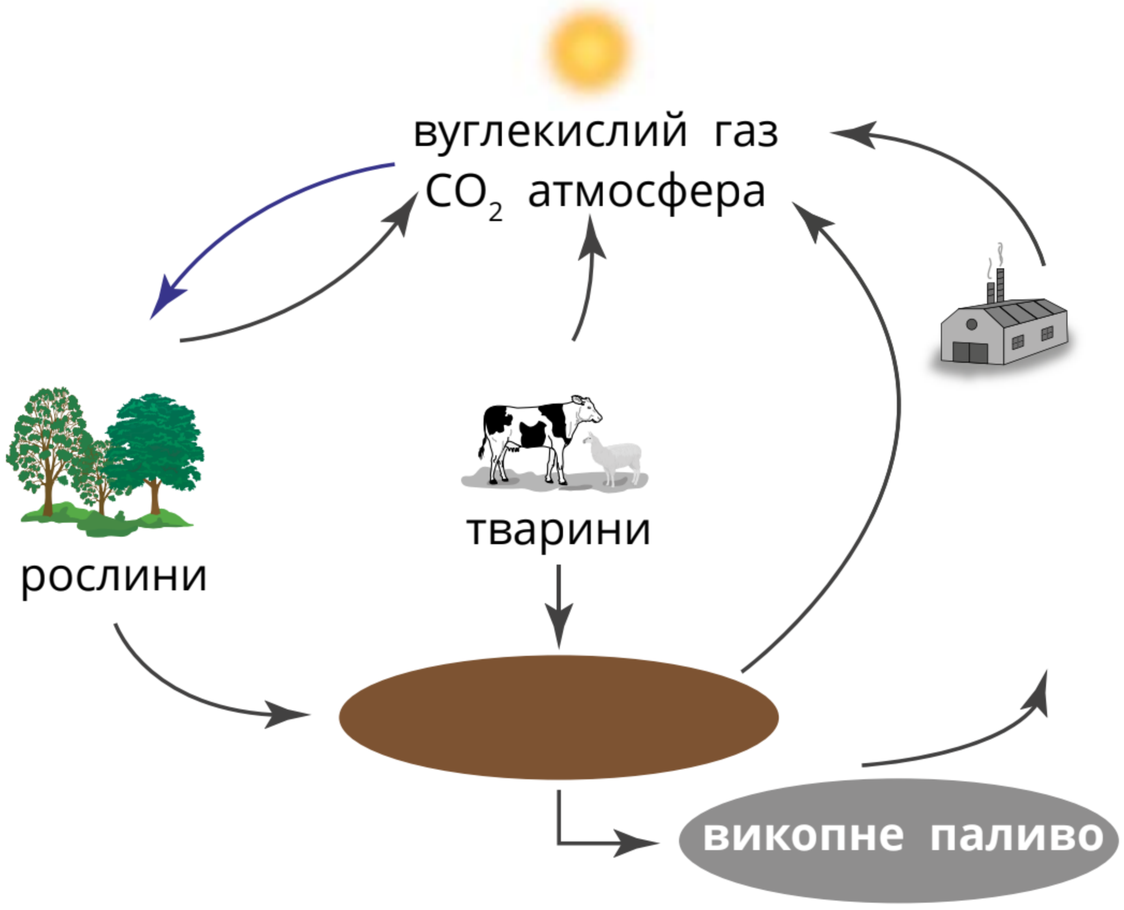


Рис. 13.10. Цикл Карбону

6. На рис. 13.10 показано неповний цикл Карбону.

а) На стрілках або овалах відсутні мітки. Доповніть ці написи.

б) Використайте цю діаграму, щоб пояснити, чому діяльність людини сприяє зміні клімату.

III. Проводжу дослідження природи

7. Команда з 10 людей вирішила жити «вуглецево нейтрально» цілий рік. Які 3–4 головні зміни в побуті їм доведеться зробити?



8. Ви — учасник / учасниця міжнародної кліматичної ради. Які три напрями дій оберете, щоб реально вплинути на карбоновий цикл упродовж 20 років?



9. Як зміна харчових звичок людей може вплинути на кількість викидів вуглекислого газу?

10. Обґрунтуйте, чому відновлення деградованих екосистем (боліт, лісів, степів) може бути таким самим важливим для стабілізації клімату, як і скорочення промислових викидів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

14

Розділ 14.
Вплив антропосфери на глобальні зміни клімату

Людство стало найпотужнішою силою, що змінює довкілля. Формується особлива оболонка Землі — антропосфера, у межах якої природа зазнає найбільшого впливу людини. Порушення рівноваги між суспільством і довкіллям спричинило глобальні кліматичні зміни. Важливо раціонально користуватися ресурсами й учитися жити в умовах нових кліматичних реалій.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що таке антропосфера та як вона змінює природу;
- які причини та прояви сучасних кліматичних змін;
- які глобальні наслідки мають повені, посухи й буревії.

У цьому розділі ви навчитеся:

- пояснювати взаємозв'язок між діяльністю людини й кліматичними змінами;
- наводити приклади раціонального природокористування;
- аналізувати наслідки стихійних явищ;
- застосовувати правила безпечної поведінки під час екстремальних погодних умов.

rnk.com.ua/112358

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112359

Антропосфера та раціональне природокористування

Будете навчатися:

- пояснювати сутність поняття «антропосфера»;
- визначати причини змін клімату, зумовлені діяльністю людини та використанням ресурсів;
- наводити приклади раціонального природокористування та робити висновки.

Антропосфера та раціональне природокористування

Антропосфера — це частина біосфери, яка перебуває під безпосереднім впливом людської діяльності. Сюди належать міста, сільськогосподарські угіддя, транспортні шляхи, промислові об'єкти (рис. 14.1).



Рис. 14.1. Антропосфера та людина



Рис. 14.2. Сонячні та вітрові електростанції («зелена енергетика»)

Вплив антропосфери на довкілля величезний: змінюються ландшафти, забруднюються ґрунти, вода й атмосфера, змінюється біорізноманіття. Виникла потреба в **раціональному природокористуванні** — використанні природних ресурсів так, щоб вони не виснажувалися й не шкодили довкіллю.

Шляхи раціонального природокористування

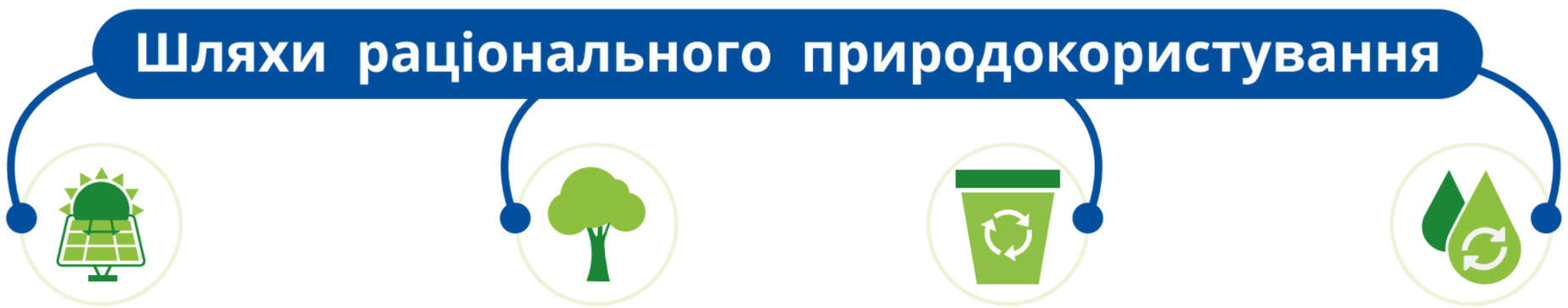


Рис. 14.3. Схема раціонального природокористування

Попрактикуйтеся

1. Розгляньте рис. 14.1. Які елементи антропосфери зображені? Які природні компоненти були змінені діяльністю людини?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

2 Визначте, які з прикладів можна вважати проявами раціонального природокористування:

а) висадка нових лісів;

б) використання вугілля замість газу;

в) сортування відходів (рис. 14.3);

г) випалювання стерні після збору врожаю.



3 Об'єднайтеся в пари та створіть мініплакат «Раціональне природокористування в моїй місцевості» (використання води, енергії, транспорту, відходів).

4* Поясніть, чому вирубування тропічних лісів впливає не лише на клімат, а й на біорізноманіття планети.

Зміни клімату

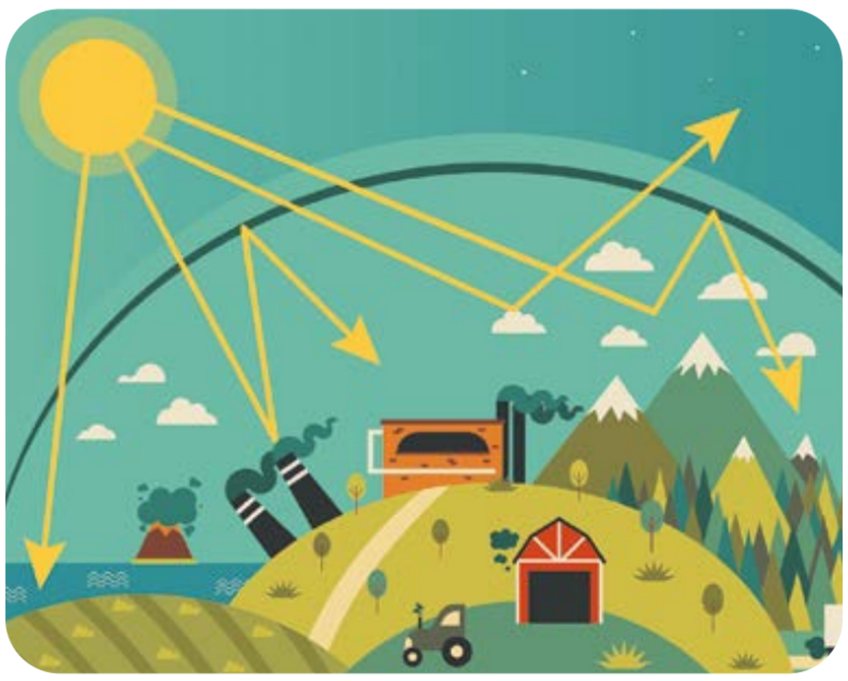


Рис. 14.4. Схема утворення парникового ефекту

Головними причинами **змін клімату** вважають:

- надмірні викиди парникових газів (CO_2, метан, оксиди Нітрогену) унаслідок спалювання палива;
- вирубування лісів, що зменшує поглинання вуглекислого газу;
- розвиток промисловості та транспорту;
- інтенсивне сільське господарство.

У результаті виникає парниковий ефект — утримання тепла в атмосфері, що зумовлює глобальне потепління (рис. 14.4).

Глобальне потепління веде до зміни кліматичних умов на планеті.

- Підвищення середньорічної температури повітря (за 100 років на ~ 1,1 °С).
- Танення льодовиків і скорочення площі морського льоду в Арктиці (рис. 14.5).
- Підняття рівня Світового океану.
- Зміна режиму опадів: сильніші дощі у вологих районах і посухи в посушливих.
- Частіші екстремальні погодні явища: буревії, урагани, хвилі тепла.



Рис. 14.5. Танення льодовиків

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

5 Поясніть, чому танення льодовиків призводить до підняття рівня океану.



6 Визначте, які з наведених явищ є наслідками кліматичних змін: частіші буревії, цвітіння рослин у незвичний час, скорочення озонового шару, землетруси.

Протидія глобальним змінам клімату

Світове співтовариство виробляє різні шляхи боротьби з глобальними кліматичними змінами.

Міжнародна співпраця в боротьбі зі зміною клімату



Глобальна проблема — зміна клімату

Міжнародні угоди

- Паризька угода (2015) — скорочення викидів, стримування потепління на < 2 °C
- Кіотський протокол (1997) — перші зобов'язання з обмеження викидів
- Рамкова конвенція ООН про зміну клімату — міжнародна правова основа

Спільні дії країн

- Перехід до відновлюваної енергетики
- Розвиток «зеленої» економіки
- Програми зі скорочення викидів CO_2
- Фінансова підтримка країн, які найбільше страждають від змін клімату

Міжнародні організації

- ООН: конференції, координація дій
- IPCC: міжурядова група експертів зі зміни клімату, наукові прогнози
- ЄС, G7, G20: регіональні та глобальні ініціативи

Участь громадськості

- Міжнародні екорухи (Greenpeace, Fridays for Future)
- Основні програми та молодіжні ініціативи
- Громадські кампанії зі зменшення «карбонового сліду»

Рис. 14.6. Міжнародна співпраця в боротьбі зі зміною клімату

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся

7* Розгляньте карту держав-учасниць Паризької угоди (рис. 14.7). Чому міжнародна співпраця є необхідною?

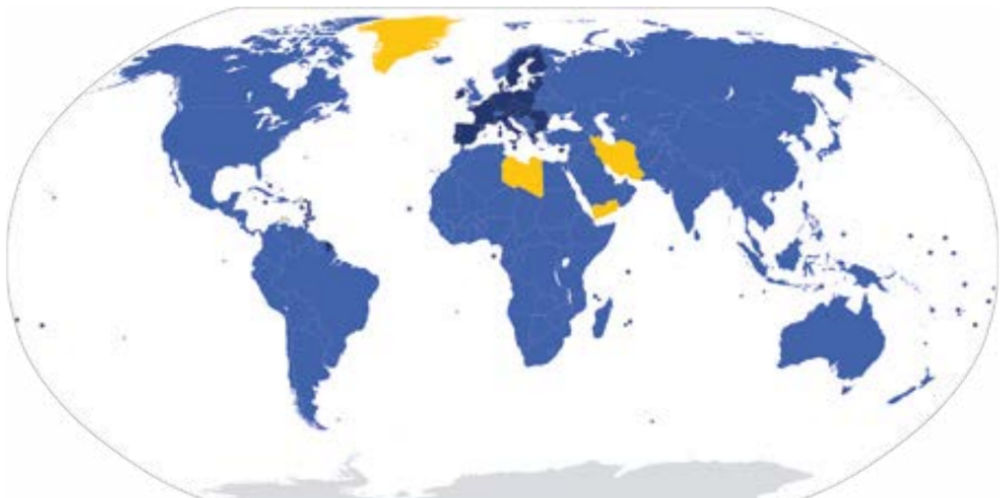


Рис. 14.7. Карта держав-учасниць Паризької угоди

Завдання 14.1. Дослідження кліматичних змін у вашому регіоні



1. Знайдіть у відкритих джерелах дані про температуру, опади, екстремальні явища за останні 10–20 років; занесіть результати в таблицю.
2. Розпитайте старших людей про те, як змінилася погода за їхньої пам’яті (зими, літа, кількість дощів); зафіксуйте приклади в зошиті.
3. Порівняйте отримані факти; визначте, чи почастішали посухи, повені, буревії тощо.
4. Зробіть короткий висновок (3–4 речення), які саме кліматичні зміни є характерними для вашої місцевості.
5. Запропонуйте 2–3 рекомендації для громади щодо раціонального природокористування.



Наука в дії. Дослідження впливу людини на клімат і довкілля

Антропосфера активно змінює природне середовище, а спостереження й дослідження цих процесів допомагають оцінювати наслідки діяльності людини. Серед відомих українських науковців та науковиць — Олександр Левченко, провідний метеоролог Інституту гідрометеорології, який досліджує вплив парникових газів на клімат, та Ірина Ковальчук, екологиня з НААН, що розробляє практичні рекомендації з раціонального природокористування.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Сучасні наукові прогнози показують:

- до кінця XXI ст. температура на планеті може зрости на 1,5–4,5 °С залежно від обсягів викидів;
- рівень Світового океану підніметься на 30–80 см, що загрожує узбережжям;
- в Україні ймовірні посухи в степах, повені в Карпатах, частіші буревії у центральних і південних областях;
- зміниться агрокліматичне зонування (степи можуть перетворитися на напівпустелі, а ліси відступатимуть на північ).

Прогнози враховують і різні сценарії розвитку: якщо зменшити викиди та розвивати відновлювану енергетику, підвищення температури можна обмежити.

Попрактикуйтеся

8* Об'єднайтеся в групи та складіть карту ризиків: які природні явища можуть загрожувати вашій місцевості в майбутньому.

Підсумки

- Антропосфера — це частина біосфери, яка змінена діяльністю людини.
- Раціональне природокористування — це використання природних ресурсів так, щоб задовольняти потреби людей і водночас зберігати довкілля.
- Зміна клімату — це довготривалі зміни температури, опадів і природних умов на Землі.
- Заходи боротьби зі змінами клімату — це дії людей і держав, спрямовані на зменшення викидів парникових газів та збереження природи.

Ключові поняття

Антропосфера, раціональне природокористування, парниковий ефект, глобальне потепління, зміна клімату, кліматична модель, наукові прогнози.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу навести приклади раціонального й нераціонального використання ресурсів.
- ☑ Я можу визначити наслідки змін клімату для України та світу.
- ☑ Я можу обґрунтувати важливість міжнародної співпраці в боротьбі з кліматичними змінами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- пояснювати, як зміни клімату спричиняють екстремальні погодні явища;
- аналізувати наслідки змін клімату;
- оцінювати заходи захисту під час стихійних лих.

Наслідки кліматичних змін. Повені

Кліматичні зміни дедалі частіше проявляються у вигляді стихійних лих. Одним із них є повінь — тривале й регулярне сезонне підвищення рівня води в річках, яке охоплює великі території і зазвичай повторюється щороку (найчастіше навесні).





Рис. 14.8. Наслідки повені

Це призводить до масового затоплення територій і має серйозні негативні наслідки. Затоплені місця стають осередком мікроорганізмів, небезпечних для здоров'я людей. Для зменшення ризиків застосовують дамби, канали й насосні системи, але їхнє будівництво вимагає значних ресурсів.

Попрактикуйтеся

1. Поясніть, чому підвищення середньої температури може спричинити частіші повені.

2* Деякі міста зводять високі дамби, щоб уберегтися від повеней. Проте це може створити нові ризики для поселень нижче за течією. Які проблеми можуть там виникнути й чому?

Зміна рівня моря та морські затоплення

Підвищення концентрації парникових газів посилює нагрівання планети. Надлишкове тепло накопичується в океанах, пришвидшуючи танення льодовиків і підвищення рівня Світового океану. Навіть незначні коливання загрожують прибережним територіям: вода затоплює низовини, угіддя й змінює екосистеми.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 14.9. Александрія в Єгипті та дельта Нілу

Уже сьогодні під загрозою опинилися великі міста — Осака в Японії, Шанхай у Китаї та Александрія в Єгипті (рис. 14.9). Остання розташована в родючій дельті Нілу, де навіть невелике підняття рівня моря може знищити сільськогосподарські землі й змусити мільйони людей залишити домівки.

Щоб зменшити ризики, країни будують морські вали й бар'єри, укріплюють береги, створюють дренажні системи та резервні території для відведення води.

Завчасне попередження населення та планування забудов на підвищених ділянках допомагають знизити ризики й уникнути катастроф, хоча потребують значних витрат.



Рис. 14.10. Вплив посухи на ґрунт

Посухи та буревії

Посухи — один із найнебезпечніших проявів кліматичних змін. Вони виникають через тривалу відсутність опадів і високі температури, що виснажує ґрунти, знижує врожайність і спричиняє нестачу води (рис. 14.10).

Сухі рослини стають легким паливом для масштабних пожеж, які знищують ліси й угіддя та забруднюють повітря (рис. 14.11). Прикладами є регулярні пожежі в Австралії та Каліфорнії, що останніми роками посилилися.



Рис. 14.11. Лісові пожежі



Рис. 14.12. Наслідки буревіїв

Кліматичні коливання також супроводжуються буревіями, які руйнують ліси, будівлі, транспорт і енергетичні системи (рис. 14.12). Сукупно ці явища становлять серйозну загрозу для економіки та безпеки людей.

Попрактикуйтеся

3 Поясніть, чому під час посухи зростають ціни на харчові продукти.

4 Обґрунтуйте, чому економія води є важливою в посушливих районах.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання 14.2. Дослідження впливу посухи на ріст рослин



Обладнання та матеріали: 4 паперові ємності з ґрунтом, насіння квасолі, вода, лінійка.

Процес роботи

1. Посійте насіння квасолі в усі чотири ємності.
2. Сплануйте, з якою частотою поливатимете кожну ємність.
3. Поливайте насіння в ємностях протягом 20 днів.
4. Щодня вимірюйте висоту проростків і фіксуйте зовнішній вигляд.
5. Створіть на основі спостережень діаграми, зробіть фотографії.
6. Опишіть у висновку залежність росту та розвитку квасолі від поливу.

Глобальні наслідки повеней та посух

У світовому масштабі повені та посухи мають катастрофічні наслідки не лише для природи, а й для суспільства.

Наслідки повеней

- тривале затоплення великих територій і порушення життя населення;
- затоплення полів і втрата врожаю;
- забруднення води та ґрунтів, погіршення санітарних умов;
- значні економічні збитки та тривалий період відновлення територій (рис. 14.13).



Рис. 14.13. Наслідки повені



Рис. 14.14. Наслідки посухи

Наслідки посух

- скорочення врожайності та загибель культур;
- нестача питної води для людей і худоби;
- підвищення цін на продукти, ризик голоду;
- вимушена міграція населення;
- висихання річок, озер, загибель диких видів;
- опустелювання та деградація ґрунтів;
- соціальна напруженість і міжнародні конфлікти через ресурси (рис. 14.14).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся



5* Поясніть, чому посухи та повені можуть призвести до міжнародних конфліктів, і наведіть приклади можливих суперечок за природні ресурси.

6 Обговоріть у групах: які заходи можуть допомогти зменшити шкоду від повеней і посух?

7 Намалюйте схему або діаграму, яка показує ланцюжок: природне явище → його прямі наслідки → вплив на людей і країни.

Наука в дії. Дослідження екстремальних погодних явищ



В Україні екстремальні погодні явища активно досліджують науковці та науковиці. В Українському гідрометеорологічному інституті вивчають причини паводків, ураганів і хвиль спеки, створюють прогностичні моделі та системи раннього попередження.



Рис. 14.15. Дамби на Дніпрі

Науковці та науковиці досліджують вплив кліматичних змін на паводки в басейні Дніпра, а фахівці й фахівчині Національного університету «Києво-Могилянська академія» розробляють моделі адаптації сільського господарства до посух. Протипаводкові споруди (дамби й греблі на Дніпрі) (рис. 14.15), збудовані раніше, і сучасні наукові розробки допомагають прогнозувати паводки та знижувати ризики для людей.

Екстремальні погодні явища. Заходи безпеки



Підвищення середньої температури означає, що атмосфера утримує більше теплової енергії. Це посилює випаровування й рух повітряних мас, тому **екстремальні погодні явища** стають частішими та інтенсивнішими. До них належать:

- **посухи та повені**;
- **хвилі спеки** — тривале підвищення температури до рівня, небезпечного для здоров'я та життя;

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 14.16. Ураган

- **урагани** — потужні вихори зі швидкістю вітру понад 33 м/с (іноді до 70 м/с), що супроводжуються інтенсивними зливами й руйнуваннями;
- **холодові хвилі** — різке й тривале зниження температури, що може спричинити обмороження, пошкодження посівів і загибель тварин.

Основні заходи безпечної поведінки під час екстремальних погодних явищ:

під час ураганів

залишатися в укритті, закріпити вікна й двері, мати запас води, їжі та медикаментів

щоб пережити хвилі спеки

пити достатньо води, уникати перебування на сонці в полудень, носити легкий одяг



холодові хвилі

одягатися багатошарово, мати запас палива й продуктів, уникати тривалого перебування надворі

Попрактикуйтеся

8 Наведіть приклади екстремальних погодних явищ, які найчастіше трапляються у вашій місцевості.

9 Обговоріть у парах: які сучасні технології допомагають передбачати екстремальні погодні явища?



Протипаводковий захист

Повені та **паводки** належать до екстремальних погодних явищ, які пов'язані з підвищенням рівня води й мають різні масштаби та тривалість.



Різниця між паводком і повінню

Повінь

- щорічно повторюване в певний сезон року збільшення кількості води в річці й сильне підняття її рівня.

Паводок

- раптове катастрофічне підняття води в річці після сильних дощів, посиленого танення снігу та льодовиків.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 14.17. Дамба як протипаводковий захист

Для захисту населення та господарства від паводків застосовують комплекс заходів.

- **Дамби та греблі** — стримують підняття води (рис. 14.17).
- **Водосховища та канали** — накопичують і відводять надлишки води.
- **Зміцнення берегів** — захищає ґрунт і будівлі.
- **Зелені зони та лісові насадження** — уповільнюють стік води та зменшують ерозію ґрунту.
- **Системи раннього попередження** — дають час для евакуації.



Попрактикуйтеся

10* Дайте власне визначення паводку та поясніть, чим він відрізняється від повені. Уявіть себе інженером / інженеркою та розробіть план захисту невеликого села від паводків.

11 Складіть коротку пам'ятку з порадами, як діяти під час хвилі спеки.

Підсумки

- Екстремальні погодні явища — небезпечні відхилення від звичних погодних умов.
- Паводок — коротке локальне підняття рівня води.
- Повінь — тривале затоплення великих територій.
- Протипаводковий захист — заходи для зменшення шкоди від паводків.
- Повені й посухи — найпоширеніші екстремальні явища з негативними наслідками.

Ключові поняття

Екстремальні погодні явища, паводок, повінь, протипаводковий захист, ураган, хвиля спеки, холодова хвиля.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу пояснити, що таке екстремальні погодні явища та навести приклади.
- ☑ Я можу назвати основні заходи протипаводкового захисту.
- ☑ Я можу описати негативний вплив посух і повеней.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Що таке антропосфера?



А частина біосфери під впливом людської діяльності;

Б верхній шар атмосфери;

В природна зона тропічних лісів;

Г система океанічних течій.

2. Яка з наведених дій людини є прикладом раціонального природокористування?

А вирубування тропічних лісів;

Б спалювання вугілля;

В сортування відходів;

Г випалювання стерні.



3. Що відрізняє паводок від повені?

А паводок є короткочасним і локальним;

Б паводок завжди більший за площею;

В паводок трапляється лише біля морів;

Г паводок триває довше за повінь.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

4. Які гази посилюють парниковий ефект?

А вуглекислий газ;

Б метан;

В кисень;

Г оксиди Нітрогену.



5. Установіть відповідність між явищем і його наслідком.

Явище	Наслідок
1) Посуха	а) обмороження, загибель рослин
2) Повінь	б) затоплення територій, руйнування будинків
3) Ураган	в) сильний вітер, руйнування інфраструктури
4) Холодова хвиля	г) зниження врожайності, нестача води

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

6. Які заходи належать до протипаводкового захисту?

А будівництво дамб;

Б створення систем раннього попередження;

В спалювання лісів;

Г висадка лісів у горах.



Рис. 14.18

7. Розгляньте схему парникового ефекту (рис. 14.18). Яким стрілкам можуть відповідати підписи «Сонячна енергія», «Відбивання в атмосферу», «Затримка тепла парниковими газами»? Напишіть, чому зростання концентрації CO_2 спричиняє підвищення температури планети.

III. Проводжу дослідження природи

8. Поясніть, чому люди засновують міста поблизу узбережжя. Розкрийте, які наслідки зміни клімату найбільше загрожують цим містам. Опишіть, як мешканці можуть підготуватися до можливих небезпек.



9. У таблиці подано дані про середню річну кількість опадів у чотирьох різних місцевостях, розраховану за 50 років. У другому рядку наведено загальний обсяг опадів, що випав у кожному з цих регіонів 2018 року.

Місцезнаходження	1	2	3	4
Середня кількість опадів на рік (мм)	1200	600	200	2100
Загальна кількість опадів у 2018 році (мм)	120	400	160	1900

Проаналізуйте дані з таблиці та визначте, який або які регіони могли найбільше постраждати від посухи 2018 року, пояснивши свій вибір. Опишіть два можливі наслідки посухи для людей. Поясніть, чому довготривалі кліматичні зміни призводять до частішого та інтенсивнішого прояву посух.



10. Місцева влада планує звести захисну дамбу від паводків. Для визначення її висоти використовують записи спостережень, орієнтуючись на найбільшу повінь, що колись була зафіксована в цьому регіоні. Поясніть, чому висоти дамби, розрахованої лише на найбільшу повінь минулого, може виявитися недостатньо. Складіть аргументи для звернення до місцевої влади, щоб довести: унаслідок зміни клімату може виникнути потреба у зведенні вищої дамби.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розділ 15.
Астрономія

15

Завдяки сучасним телескопам і науковим методам людина може зазирнути на мільярди світлових років у глибину космосу. І найцікавіше — усі люди зроблені із зірок. Атоми, з яких складається тіло людини, колись утворилися з пилу й газу, що зібралися в зорі, а потім були «створені» самими зорями.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про наукові ідеї щодо походження Місяця;
- як зіткнення астероїдів із Землею може спричинити значні зміни клімату та призвести до масового вимирання видів;
- як із хмар пилу та газу народжуються нові зорі;
- чому, на думку науковців та науковиць, вимерли динозаври.

У цьому розділі ви навчитеся:

- упорядковувати й класифікувати інформацію;
- пояснювати, як наукові моделі відображають сучасні знання й чому з часом вони можуть змінюватися;
- оцінювати, наскільки переконливими є докази та як вони підтверджують або спростовують передбачення.

rnk.com.ua/112361

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

rnk.com.ua/112362

Зіткнення космічних тіл

Будете навчатися:

- наводити переваги й недоліки гіпотез виникнення Місяця;
- описувати теорію утворення Місяця;
- обґрунтовувати, як зіткнення астероїда з Землею може спричинити зміну клімату та масове вимирання видів.

Уявлення про те, як утворився Місяць



Після того як Сонце й планети почали формуватися в нашій Сонячній системі, Місяцю знадобилося щонайменше 100 мільйонів років, щоб утворитися. Зразки гірських порід із Місяця були проаналізовані та визначено їхній вік. Науковцями та науковицями найбільше розроблені три основні гіпотези щодо того, як утворився Місяць. Деякі докази на підтвердження та проти кожної гіпотези наведені в таблиці.

Гіпотези виникнення Місяця

Гіпотеза	Докази на підтвердження гіпотези	Докази проти гіпотези
Гіпотеза 1. Кам'янистий об'єкт (астероїд) міг потрапити на орбіту Землі під дією її сили тяжіння. Це називають **гіпотезою захоплення**	▪ Деякі гірські породи Землі та Місяця схожі між собою, хоча існують і відмінності. Це суперечить припущенню, що Місяць утворився незалежно від Землі	▪ Породи Місяця мають багато спільного із земними. ▪ Більшість захоплених астероїдів мають неправильну форму, а Місяць майже кулястий. ▪ Місяць досить великий як супутник порівняно із Землею. Результати моделювання показують, що ймовірність захоплення Землею пролітаючого тіла з масою Місяця мізерно мала
Гіпотеза 2. Місяць утворився приблизно одночасно із Землею з пилу та газу сонячної туманності. Згодом його захопила гравітація Землі. Це називають **гіпотезою спільного формування**	▪ Деякі породи Місяця дуже схожі на земні. Це свідчить, що об'єкт, який сформувався поруч із Землею в той самий час, мав подібний склад. ▪ Місяць значно більший відносно Землі, ніж супутники інших планет, що також може вказувати на їх спільне походження	▪ Деякі породи Місяця відрізняються від земних, хоча вони утворилися приблизно одночасно. ▪ Місяць має меншу густину, ніж Земля. Це свідчить, що вони, ймовірно, сформувалися по-різному або в різних місцях

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Гіпотеза	Докази на підтвердження гіпотези	Докази проти гіпотези
Гіпотеза 3. Великий об'єкт, схожий за розмірами на Марс, зіткнувся з молодою Землею. Унаслідок удару утворилися два об'єкти — Земля і Місяць. Це називають **гіпотезою зітнення**	▪ Дослідження інших планет показують, що рання Сонячна система була бурхливим місцем із частими зіткненнями об'єктів. ▪ Зіткнення великого тіла із Землею цілком імовірне. Удар міг розірвати зовнішні шари Землі, з яких під дією гравітації поступово сформувався Місяць. Це пояснює подібність частини порід і меншу густину Місяця	▪ Більшість моделей гіпотези зіткнення припускають, що понад 60 % Місяця утворилося з речовини об'єкта, який зіткнувся в Землею. Однак зразки місячних порід свідчать, що такого матеріалу там набагато менше

Попрактикуйтеся

1. Використовуючи додаткові джерела інформації, дізнайтеся про інші гіпотези походження Місяця. Подайте інформацію у форматі таблиці.
2. Поміркуйте, чому залишаються сумніви щодо того, як утворився Місяць.



Місяць та його виникнення



Рис. 15.1. Місяць

Зараз найбільше доказів підтримують ідею, що Місяць утворився в результаті зіткнення Землі з іншим небесним тілом. Якщо якась ідея має достатньо доказів, науковці та науковиці можуть зробити з неї наукову теорію. На рис. 15.1 подано Місяць таким, як його видно з Землі. Навіть таке просте фото містить чимало інформації про Місяць.

- Він кулястої форми.
- Поверхня сіра й кам'яниста.
- Частина поверхні Місяця рівна, а на іншій частині видно приблизно круглі заглиблення, які називаються **кратерами**. Вони спричинені ударами великих каменів або астероїдів.
- Із Землі видно лише одну половину.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Рис. 15.2. Місія «Аполлон-15» на Місяць була першою, в якій був «автомобіль», «Місяцехід»



Рис. 15.3. Астронавт на Місяці

Про що говорять і на що вказують ці факти?

- Округлість свідчить про те, що Місяць сформувався та став стабільним переважно завдяки власній гравітації.
- Здається, там немає поверхневих вод і немає життя.
- Там немає атмосфери.
- Там немає ні вулканів, ні тектонічних плит.
- Кратери свідчать про те, що з поверхнею Місяця зіткнулося багато менших об'єктів.
- Місяць повинен обертатися навколо власної осі з точно такою ж швидкістю, з якою Місяць обертається навколо Землі. Це свідчить про те, що орбіта Місяця навколо Землі була стабільною протягом дуже тривалого часу — багато сотень мільйонів років.

На Місяць було відправлено багато зондів, які фотографували, досліджували його характеристики, а іноді збирали зразки місячної породи й повертали їх на Землю для аналізу. Найвідомішими є шість місій «Аполлон», які висадили людей на Місяць наприкінці 1960-х і на початку 1970-х років (рис. 15.2–15.3). Більшість зондів, відправлених на Місяць, були роботизованими, тобто вони працювали самостійно, без прямого керування людиною.



Завдання 15.1. Пояснення теорії зіткнень

Працюйте в парах. Для виконання цього завдання вам знадобиться великий аркуш звичайного паперу, лінійка та кольорові ручки й олівці.



1. За допомогою олівця та лінійки розділіть аркуш паперу на чотири прямокутники однакового розміру.
2. В останньому прямокутнику намалюйте схему Землі та Місяця, якими вони є зараз.
3. Використовуйте інші прямокутники, щоб намалювати етапи формування Місяця згідно з теорією зіткнень. Додайте стрілки, щоб показати порядок етапів формування супутника.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

4. Напишіть короткий опис того, що відбувається на кожному з ваших етапів.
5. Додайте опис доказів для кожного етапу процесу.



Попрактикуйтеся

3 Земля має один великий супутник. Юпітер має щонайменше 95 супутників.

а) Поміркуйте, чому Юпітер має так багато супутників.

б) Науковці та науковиці вважають, що гіпотеза захоплення є найбільш вірогідним поясненням існування супутників Юпітера. Поясніть, чому це пояснення є більш вірогідним, ніж гіпотеза зіткнення.



4* У майбутньому очікується, що люди побудують житло на Місяці. Запропонуйте три проблеми, які людям доведеться подолати для цього.

Зіткнення з астероїдами



Рис. 15.4. Метеоритний кратер в Аризоні, США

На рис. 15.4 показано Метеоритний кратер в Аризоні (США). Його діаметр — близько 1200 м, глибина — 170 м, а краї підняті на 45 м. Комп'ютерне моделювання показало, що кратер утворився після падіння твердого тіла з нікелю та заліза, приблизно 50 м завширшки, яке рухалося зі швидкістю 13 000 м/с. Астероїд, який потрапляє в атмосферу таким чином, називається **метеором**.

Під час входження в атмосферу більша частина метеора згоріла, але залишок спричинив потужний вибух і утворив глибоку яму. Частина речовини випарувалася й перетворилася на пил. Тіло, що входить в атмосферу Землі, називається метеором, а уламки, що досягають поверхні, — **метеоритами** (рис. 15.5).



Рис. 15.5. Зразок метеорита

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся



5 Поясніть, чому метеорит набагато менший за метеор, із якого він утворився.

6 Обґрунтуйте, чому на поверхні Місяця видно так багато кратерів, спричинених зіткненнями, а на Землі їх дуже мало.

7* Потрібно багато енергії, щоб утворився метеоритний кратер. Поміркуйте, звідки взялася ця енергія під час падіння метеорита.

Наслідки зіткнення астероїдів



Науковці та науковиці знайшли докази, що в далекому минулому на Землю падали гігантські астероїди. Сила таких ударів у багато разів перевищувала енергію найпотужніших землетрусів і виверженьвулканів. Вони спричиняли серйозні природні катастрофи:

- Плавлення та вибухи порід — гірські породи біля місця зіткнення розплавлялися або вибухали, відкидаючи уламки на велику відстань.
- **Ударні хвилі** — потужні поштовхи стискали повітря в щільні кільця з високим тиском, які поширювалися назовні з величезною швидкістю.
- Стихійні явища — сильні вітри, цунамі, струс земної кори, викиди пилу й газів у атмосферу.



Близько 230 млн років тому на Землі панували динозаври. Приблизно 65 млн років тому більшість із них вимерла. У цей період відбулися й інші значні зміни:

- скам'янілості свідчать про знищення великих лісів, ймовірно, через масові пожежі;
- близько 75 % видів тварин зникли. Вижили лише дрібні ссавці, птахи, рептилії, риби та амфібії.



Рис. 15.6. Ударний кратер Вулф-Крік, розташований у Західній Австралії

Найбільш імовірним поясненням масового вимирання динозаврів є гіпотеза Альвареса, названа на честь фізика Луїса Альвареса та його сина, геолога Уолтера Альвареса. У 1980 році вони висунули припущення, що приблизно 66 мільйонів років тому на Землю впав астероїд розміром із гору.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Зіткнення з астероїдами

В Україні відомо кілька місць падіння великих астероїдів, які утворили так звані **астроблеми** (метеоритні кратери). Найбільший із них — Бовтиська западина на Кіровоградщині. Його діаметр становить близько 24 км, а утворився він приблизно 66 мільйонів років тому.



Інший відомий кратер — Іллінецький (Вінницька область), діаметром 8,5 км та віком близько 400 мільйонів років. Також цікавим є Оболонський кратер на Полтавщині. Метеорит «Жигайлівка» — перший метеорит, знайдений на території України (Сумська область).

Метеорит «Княгиня» впав 9 червня 1866 р. на Закарпатті. Тоді випало понад тисячу уламків загальною масою близько 500 кг. Найбільший шматок вагою 286 кг зберігається у Віденському природничому музеї.



Рис. 15.7. Озеро Каалі утворилося на місці метеоритного кратера в Естонії

Попрактикуйтеся

8* Явища, які зазвичай пояснюють падінням астероїда, могли бути викликані масштабними вулканічними виверженнями. Опишіть, які наслідки для природи та клімату могли б спричинити такі виверження.

Підсумки

- Теорія зіткнення припускає, що зіткнення астероїда з Землею спричинило утворення Місяця.
- Падіння астероїда на Землю може спричинити багато наслідків, зокрема вибух, ударні хвилі, цунамі, надзвичайно сильний вітер, землетруси, хмари пилу та газу.

Ключові поняття

Астероїд, теорія зіткнень, гіпотези виникнення Місяця, кратери, метеор, метеорит, астроблема.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я можу навести докази на користь теорії зіткнення щодо утворення Місяця.
- ☑ Я можу пояснити переваги різних гіпотез виникнення Місяця.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будете навчатися:

- розуміти, як зірки можуть утворюватися з хмар пилу й газу, відомих як туманності;
- пояснювати етапи життя зорі та уявляти їх як цикл;
- визначати методом спостережень, чи туманність є областю зореутворення, чи залишком вибуху зорі.

Туманності

Споглядаючи нічне небо, можна побачити тисячі зірок, оскільки вони самостійно випромінюють світло. Також можна бачити сонячне світло, яке відбивається від Місяця та інших планет Сонячної системи. Проте зірки й планети складають лише невелику частину всієї матерії у Всесвіті — більшість речовини перебуває у вигляді пилу та газу.



Більшість газу, який можна спостерігати між зірками, містить лише два хімічні елементи: Гідроген і Гелій. Гідрогену приблизно втричі більше, ніж Гелію. Значно менше речовини утворює космічний пил, головними складниками якого є Карбон, Силіцій та Оксиген. Частина цього газу й пилу збирається разом у хмари, які називають **туманностями**.

Деякі туманності виникають у результаті вибуху дуже великої зорі наприкінці її життя. Інші утворюються, коли гравітація змушує міжзоряний газ і пил збиратися разом. Туманність можна бачити завдяки тому, що світло від сусідніх зірок відбивається від неї або затримується нею. Іноді випромінювання, що проходить крізь туманність, надає енергію атомам газу, які потім випромінюють світло, видиме для нас. На рис. 15.8а) показана туманність Оріона — рожевий колір створюється світлом, яке випромінює газ водень. На рис. 15.8б) зображено туманність Кінська Голова — вона виглядає темною, бо пил закриває світло від зірок і газу, що розміщені за нею.



Рис. 15.8. а — Туманність Оріона



Рис. 15.8. б — Туманність Кінська Голова

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Попрактикуйтеся



Деякі туманності утворюються внаслідок вибуху зорі. Інші туманності — це місця, де формуються зорі. Попрактикуйтеся на основі спостережень за туманностями відрізняти їх. На рис. 15.9 показано зображення двох туманностей: 15.9а) — туманність, що утворилася нещодавно після вибуху зорі, а 15.9б) — туманність, у якій формуються зорі.

1. Порівняйте два малюнки та опишіть відмінності, які ви можете побачити між туманностями.
2. Запропонуйте гіпотезу для пояснення ваших спостережень. Її зручно сформулювати у форматі: «Туманності, утворені зірками, що вибухають, показують..., тому що...; а туманності, в яких зароджуються зорі, показують..., тому що...».
3. Подумайте й поясніть, яким чином можна було б зібрати більше доказів, щоб підтвердити або спростувати вашу гіпотезу.
4. Розкажіть, як ви могли б застосувати комп'ютерне моделювання для перевірки чи прогнозування наслідків вашої гіпотези.
5. Припустімо, у майбутньому буде знайдено дані, які суперечать вашій гіпотезі. Опишіть, як правильно застосувати науковий підхід у такій ситуації.



Рис. 15.9. а — Крабовидна туманність, яка розширюється назовні від зорі, що вибухнула в її центрі



Рис. 15.9. б — Туманність Омега, де видно низку новоутворених зірок

Утворення зір

Коли під дією гравітації формується туманність, газ і пил поступово зближуються. У деяких ділянках туманності речовина стає щільнішою, і атоми Гідрогену наближаються один до одного. Врешті-решт, сили притягання стають настільки сильними, що ядра пар атомів Гідрогену зливаються в процесі, який називається **ядерним синтезом**.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Під час нього виділяється величезна кількість енергії у вигляді електромагнітних хвиль — серед них видиме світло та інфрачервоне випромінювання. Так народжується зоря. Найщільніші частини туманності, де відбувається утворення нових зір, отримали назву **зоряних розплідників**. У нашій галактиці, Чумацькому Шляху, є багато зоряних туманностей, які можна спостерігати.

На рис. 15.10 зображено одну з них. Зорі можуть мати різні розміри — деякі значно перевищують Сонце. Масивна зоря такого типу наприкінці свого життя розширюється, утворюючи величезну зорю, яка називається **червоним надгігантом**, а потім раптово колапсує, спричиняючи потужний вибух, який називається **надновою**. Унаслідок цього вибуху шари газу й пилу розлітаються з величезною швидкістю, утворюючи нову туманність із центром у місці, де раніше була зоря.



Рис. 15.10. Туманність Орла містить газ і пил, у яких утворюються нові зорі

Завдання 15.2. Побудова життєвого циклу дуже великих зірок

Астрономи та астрономки вважають, що більшість речовини, яка утворює зорі, проходить життєвий цикл. Ця гіпотеза ґрунтується на зв'язку між туманностями, які утворюються внаслідок вибуху зірок, і туманностями, з яких формуються зірки. Працюйте в парах. Для виконання цієї вправи вам знадобиться великий аркуш звичайного паперу, лінійка та ручки й олівці.



1. За допомогою олівця та лінійки виділіть на аркуші паперу чотири приблизно однакові за розміром частини, розташовані по колу.
2. У найближчій до вершини ділянці намалюйте або опишіть туманність. Перелічіть гази та речовини, які утворюють пил у туманності.
3. Використовуйте інші ділянки, щоб намалювати стадії життєвого циклу масивної зорі. Додайте стрілки, щоб показати порядок проходження стадій.
4. Напишіть короткий опис того, що відбувається на кожному з наведених етапів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Наука в дії. Дослідження Всесвіту



Всесвіт — одна з найбільших загадок, яку людство прагне розкрити. Для дослідження космосу використовують телескопи, зонди та комп'ютерні моделі. У Києві працює Головна астрономічна обсерваторія НАН України, а в Харкові — один із найбільших у світі радіотелескопів УТР-2.



Великий внесок у розвиток космонавтики зробив Сергій Корольов — український конструктор, якого називають «батьком космонавтики». Завдяки його розробкам у 1957 році було запущено перший штучний супутник Землі, що ознаменувало початок космічної ери. За його життя ім'я Корольова залишалося таємницею — у газетах його називали лише «Головним конструктором». Світ дізнався правду вже після його смерті.

Попрактикуйтеся

6 Знайдіть і підготуйте інформацію про міжнародну місію, де брали участь українські науковці та науковиці.

7* Уявіть, що ви — дослідник чи дослідниця Всесвіту. Який експеримент чи місію ви б хотіли здійснити? Напишіть короткий сценарій або зробіть ескіз свого «космічного проєкту».

Підсумки

- Туманності — це хмари міжзоряного пилу й газу.
- Туманності здебільшого складаються з водню та гелію та можуть утворюватися після вибуху масивних зірок наприкінці їхнього життя.
- Пил і газ у туманностях поступово збираються під дією гравітації, утворюючи нові зірки, що випромінюють енергію завдяки ядерному синтезу водню.

Ключові поняття

Туманності, ядерний синтез, зоряні розплідники, наднова, червоний надгігант.

Оцініть свої досягнення

- ☑ Я вмію представити етапи життя зорі у вигляді циклу.
- ☑ Я можу пояснити, як за спостереженнями туманностей визначити: вони є місцями народження нових зір чи залишками вибухів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Перевірте себе

І. Усвідомлюю закономірності природи

1. На рис. 15.11 видно дві туманності.

а) Укажіть, які речовини містить туманність.

б) Поясніть два процеси, завдяки яким можна побачити туманність.

в) Опишіть, як утворюються нові зорі в деяких туманностях.



Рис. 15.11

2. На рис. 15.12 зображено метеорит.

а) Припустіть, із якого об'єкта Сонячної системи прилетів метеорит.

б) Опишіть, коли та як утворилися такі об'єкти.

в) Чому аналіз складу метеоритів може дати уявлення про те, із чого складалася рання Сонячна система?

г) Прокоментуйте розмір метеорита порівняно з об'єктом, від якого він відлетів, і поясніть будь-які відмінності.



Рис. 15.12



Рис. 15.13

3. На рис. 15.13 показано туманність.

а) Опишіть, що містить туманність.

б) Наведіть кілька різних причин, чому можна бачити світло від туманності.

в) Поясніть, чому великі частини цієї туманності виглядають рожевими або червоними.

г) Поясніть важливість речовини, через яку туманність виглядає рожевою або червоною.

4. Дайте відповіді на запитання.

а) Назвіть два основні типи туманностей.

б) Деякі туманності називають «розплідниками для зірок». Поміркуйте, що, на вашу думку, це означає.

в) Опишіть відмінності, які можна спостерігати між двома основними типами туманностей.

г) Поясніть, що спільного між двома основними типами туманностей.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



5. Опишіть два наслідки зіткнення з астероїдом, які можуть статися на Землі, але не можуть статися на Місяці.

6. Опишіть три методи, які були використані для отримання доказів утворення Місяця.

7. Як спостереження за туманностями може допомогти пояснити процес утворення нашої Сонячної системи?

III. Проводжу дослідження природи

8. Яка теорія є найбільш вірогідним поясненням утворення Місяця?

Ⓐ Захоплення. Ⓑ Спільне формування. Ⓒ Зіткнення.

9. Що з перерахованого може бути наслідком зіткнення астероїда з Землею?

Ⓐ цунамі; Ⓒ сильний вітер;

Ⓑ зміна клімату; Ⓓ усе перелічене.





Рис. 15.14

10. На рис. 15.14 показано життєвий цикл масивної зорі.

а) Назвіть два способи, за допомогою яких утворення зірок у туманності схоже на процес формування нашої Сонячної системи.

б) Астрономи та астрономки виявили сотні планет, що обертаються навколо інших зірок, окрім нашого Сонця. Поясніть, як спостереження за цими зірками та планетами можуть допомогти краще зрозуміти нашу власну Сонячну систему.

в) Поясніть, чому життєвий цикл зорі зображено у вигляді кола.

г) Науковець Карл Саган сказав, що «ми зроблені із зоряного матеріалу». Поясніть, що, на вашу думку, він мав на увазі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

підручник інтегрованого курсу для 9 класу закладів загальної середньої освіти

Особливості підручника:

- практична спрямованість;
- подання матеріалу невеликими змістовими блоками;
- покрокові інструкції до модельних та дослідницьких робіт;
- компетентнісно орієнтовані завдання до кожної теми;
- завдання для самоперевірки до кожного розділу;
- сучасний дизайн, зручний формат.

Інтерактивний електронний додаток містить:

- різнорівневі цікаві завдання для кожної теми;
- віртуальні лабораторні роботи.

Цей підручник спонукає учнів реалізовувати свій потенціал, відчувати власну значущість, навчає мислити й працювати науково, формує уявлення про цілісну наукову картину світу та усвідомлення значення людини в ньому.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»