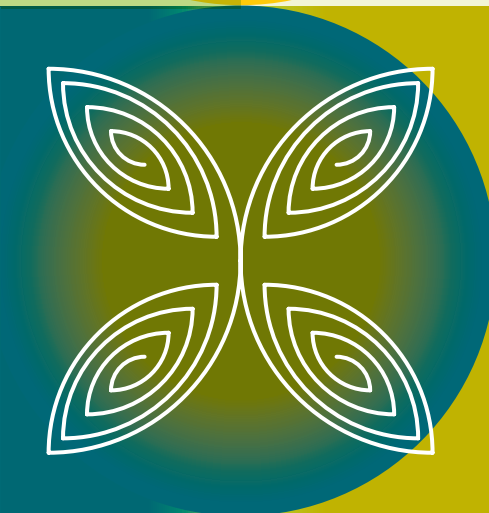
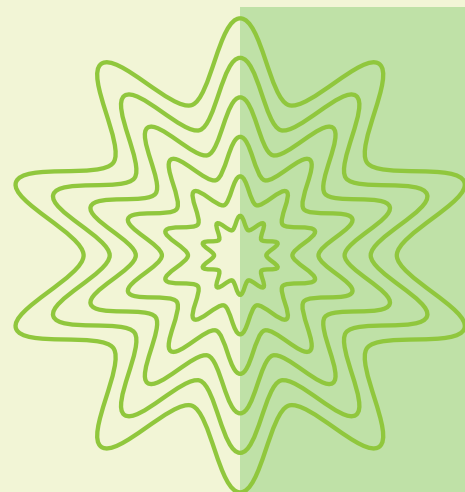
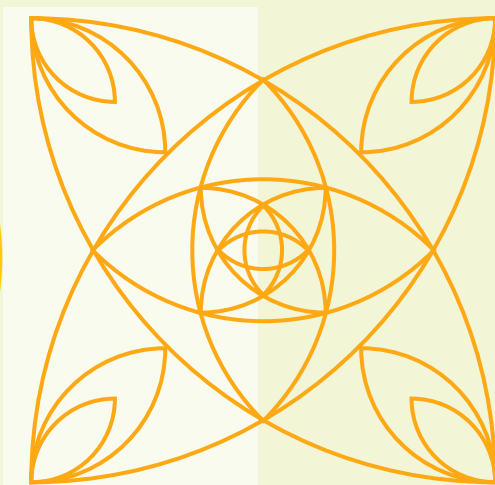
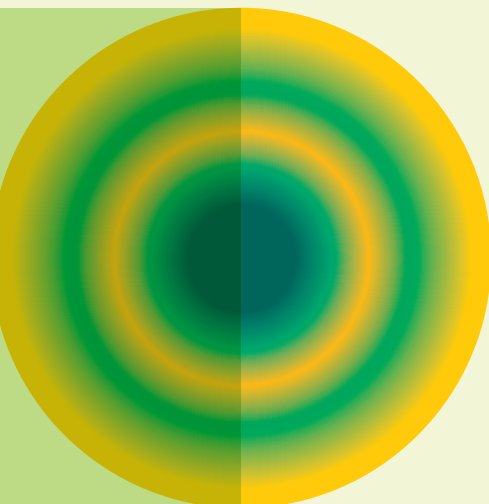


# Природничі науки

**5** клас

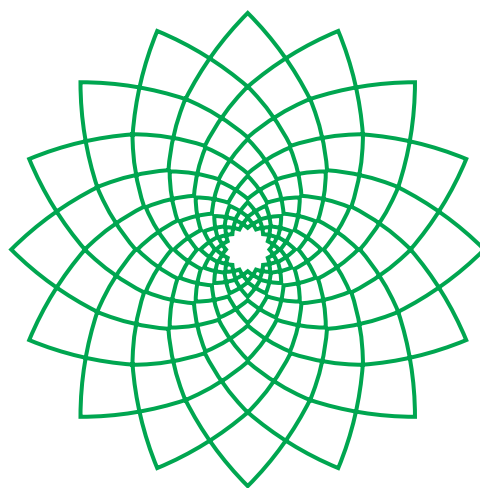


# Природничі науки

**Підручник інтегрованого курсу  
для 5 класу  
закладів загальної  
середньої освіти**

Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки  
України

Харків  
Видавництво «Ранок»



# Зміст

## Розділ 1. ДОСЛІДЖУЄМО СВІТ НАУКИ

§1. Сонячна система .....	6
§2. Земля як система.....	9
§3. Явища й об'єкти природи.....	12
§4. Біорізноманіття.....	15
§5. Людина як система.....	18
§6. Методи наукових досліджень (астрономічні, біологічні, фізичні, хімічні, географічні).....	20
§7. Кількісні та якісні ознаки об'єктів і явищ природи. ....	23
§8. Класифікації .....	25
§9. Моделювання.....	27
§10.Інфографіка. Карти.....	29
§11.Фізична величина .....	31
§12.Вимірювання .....	34
§13.Прикладне значення природничих наук.....	36

## Розділ 2. ДОСЛІДЖУЄМО СВІТ НАВКОЛО СЕБЕ

§14.Атоми. Молекули. Речовини. Різноманітність речовин .....	40
§15.Поширеність атомів різних видів у природі .....	43
§16.Матеріальні та віртуальні моделі структурних частинок речовини.....	45
§17.Розчини. Суспензії.....	47
§18.Чисті речовини та суміші. Розділення сумішей.....	50
§19.Очищення води.....	53
§20.Рух і спокій. Відносність руху.....	56
§21.Швидкість руху. Види рухів. Рекорди швидкості в природі та техніці.....	58
§22.Взаємодія. Сила. Графічне зображення сили .....	61
§23.Явище інерції. Інертність .....	64
§24.Маса. Сила тяжіння .....	67
§25.Припливи та відпливи.....	70
§26.Деформації. Пружність. Пластичність. Крихкість.....	73
§27.Сила пружності .....	76
§28.Вага. Невагомість.....	79
§29.Тертя. Види тертя. Сила тертя.....	82
§30.Опір середовища .....	85
§31.Рух у природі та техніці. Реактивний рух .....	88
§32.Періодичність. Циклічність .....	92
§33.Рухи організмів .....	95
§34.Пристосування організмів до гравітації.....	97
§35.Значення рухової активності для здоров'я людини. ....	100
§36.Механічна енергія. Робота .....	103
§37.Прості механізми .....	106
§38.Рух і взаємодія частинок речовини. Агрегатні стани речовин.....	108
§39.Дифузія. Дифузія в організмах .....	111
§40.Густина .....	113
§41.Температура. Тепло.....	116
§42.Теплові властивості речовин. Види теплопередачі.....	119
§43.Теплокровні й холоднокровні тварини. Терморегуляція організму людини .....	122

§44.Опіки. Обмороження .....	125
§45.Горіння, умови його виникнення і припинення. Виділення тепла і світла під час горіння речовин.....	128
§46.Джерела теплової енергії .....	133
§47.Паливні ресурси Землі. Роль організмів у формуванні паливних ресурсів .....	135
§48.Нагрівання. Розширення / стиснення і збереження маси під час процесів нагрівання й охолодження.....	138
§49.Зміни агрегатних станів речовин.....	141
§50.Джерела світла. Сонце. Сонячна енергія. Розподіл світла й тепла на земній поверхні .....	143
§51.Освітленість. Люкс.....	146
§52.Прямолінійне поширення світла. Тінь. Сонячне та місячне затемнення. ....	148
§53.Відбиття світла. Дзеркала.....	151
§54.Заломлення світлових променів.....	154
§55.Оптичні прилади. Око – живий оптичний прилад .....	156
§56.Взаємодія світла з речовиною. Кольори .....	159
§57.Звук – джерело інформації і засіб спілкування. Вуха – орган сприйняття звуку .....	162
§58.Гучність звуку. Луна. Поширення звуку в різних середовищах .....	164
§59.Шум і його вплив на організм .....	167
§60.Ультразвук. Інфразвук. ....	169
§61.Органи чуття та їхнє значення в житті людини і тварин .....	172
§62.Порушення зору і слуху та їхня профілактика.....	175
§63.Роль науки в розширенні меж сприймання і розуміння навколишнього світу.....	177
§64.Взаємодія електрично заряджених тіл. Електричне поле.....	180
§65.Провідники й діелектрики.....	182
§66.Електричний струм. Джерела струму.....	184
§67.Величини, що характеризують рух струму в колі: сила струму, електрична напруга й опір, їхній взаємозв'язок .....	186
§68.Дії струму (теплова, світлова, магнітна) .....	188
§69.Магніти. Магнітна взаємодія.....	190
§70.Магнітні явища у природі й житті людини. Магнітне поле Землі. Біологічна дія магнітного поля, його значення для тварин і людей. ....	192
§71.Електрична енергія та її використання. Електростанції. Енергозберіжні технології. ....	194
§72.Електричні явища у природі й житті людини. ....	196

### **Розділ 3. ДОСЛІДЖУЄМО ОБМІН І ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ Й РЕЧОВИН**

§73.Види і джерела енергії. Перетворення енергії в живій і неживій природі .....	200
§74.Закон збереження і перетворення енергії .....	202
§75.Коефіцієнт корисної дії .....	204
§76.Перетворення речовин, супроводжувані виділенням / поглинанням тепла і світла ....	206
§77.Поняття про реакції окиснення і горіння .....	208
§78.Джерела енергії для організмів. Основні складники їжі: білки, жири, вуглеводи. Харчові продукти.....	210
§79.Будова організму рослини.....	212
§80.Фотосинтез .....	214
§81.Значення рослин і тварин у харчуванні людини .....	216
§82.Збереження і перетворення енергії в організмах рослин і тварин (зокрема й людини).....	218
§83.Енергетичні проблеми в Україні і світі та способи їх розв'язування .....	220

## Шановне українське учнівство!

Перед вами підручник, який стане надійним помічником у вивченні природничих наук. Пропонуємо ознайомитися зі структурою підручника.

- На початку параграфів пропонуємо пригадати матеріал, який ви вивчили раніше.

- Усі параграфи закінчуються двома рубриками:

- «Ключова ідея» — це головна думка й висновок;

- «Запитання для повторення й засвоєння» — перевірка набутих знань. Зверніть увагу: зірочкою \* позначено запитання, над якими слід поміркувати та скористатися додатковими джерелами інформації.

- Багато інформації наведено у вигляді схем, таблиць та ілюстрацій. Вони полегшать сприйняття й запам'ятовування нового матеріалу.

- Наприкінці підручника є словник ключових термінів.

У кінці розділів пропонуються компетентнісні завдання за вивченим матеріалом. Це завдання проблемно-пошукового змісту, на які, можливо, буде не просто одразу дати відповідь. Завдання можна виконувати індивідуально, парами або малими групами. Деякі з них можна взяти як основу для проектної роботи.

Особливістю цього підручника є те, що він інтерактивний. На його сторінках ви знайдете QR-коди — посилання на електронні освітні ресурси. Це додаткові матеріали до параграфів, які ви можете переглянути у вільний час. Також до параграфів є завдання для самоконтролю знань.

Переглянути матеріал під QR-кодами можна за допомогою спеціальних безкоштовних застосунків, які є у вільному доступі й легко встановлюються на планшет або смартфон.

Зверніть увагу, що всі інтерактивні матеріали також розміщено на сайті.

### Умовні позначення в підручнику



— Поміркуйте



— Пригадайте



— Ключова ідея (найголовніше в параграфі)



— Запитання для повторення й засвоєння

*Життя навколо — дивовижне й прекрасне.  
Відкрийте для себе світ природничих наук.  
Досліджуйте, навчайтеся, здобуйте нові знання!  
Ви готові до захопливої пригоди? Тоді вперед!*

# Розділ 1. Досліджуємо світ науки

## §1. Сонячна система



### **Поміркуйте**

Яке значення має Сонце для життя на Землі?

### **Пригадайте**

- Які тіла входять до складу Сонячної системи?
- Як називається наша галактика?
- Чи можна її спостерігати неозброєним оком?
- Яка наука вивчає небесні тіла?



**Мал. 1.1.** Диск Молочного Шляху



**Мал. 1.2.** Сузір'я Велика та Мала Ведмедиці

### **Галактика**

Вам уже відомо, що Сонце — це зоря в центрі нашої Сонячної системи. У Всесвіті мільярди мільярдів зір. Вони відрізняються за розмірами, яскравістю, температурою, кольором тощо.

Зорі утворюють величезні системи — *галактики*. Поміж них є наша, спіральна (яка має форму спіралі) галактика — *Молочний* (або *Чумацький*) *Шлях* (мал. 1.1). Вона містить близько 300 мільярдів зір.

У безмісячну ніч за ясної погоди можна побачити на небосхилі довгу сріблясто-білу смугу, що з'єднує дві протилежні сторони горизонту, — це і є ділянка Молочного Шляху.

Наші давні предки, спостерігаючи за зорями, бачили в них щось спільне. Групи зір вони назвали *сузір'ями*. У різних народів це були різні групи зір й називалися ці групи по-різному.

На початку ХХ століття астрономічна спільнота всього світу домовилися про те, що на небі існує 88 сузір'їв. Їх легко впізнати на небі, адже вони дещо нагадують міфічних або реальних тварин, героїв легенд, корабельних пристроїв. Наприклад, сузір'я Велика та Мала Ведмедиці, Лев, Скорпіон, Парус, Компас і багато інших (мал. 1.2). Знання про те, як виглядають ті чи інші сузір'я, допомагають краще орієнтуватися на місцевості.

### **Сонце**

Найближчою зорею до нас є Сонце, розташоване ближче до краю Молочного Шляху. Сонце обертається навколо центру нашої галактики та робить один оберт за більше ніж 200 мільйонів років.

*Сонце* — розжарена газова куля, що забезпечує нашу планету світлом та теплом і є основою життя на Землі. Температура на поверхні Сонця сягає 6000 °С, а в центрі — понад 15 мільйонів.



Сонце через високу температуру поверхні випромінює у простір навколо себе велику кількість тепла й світла, але на нашу планету потрапляє лише двохмільярдна частина цього. Хоча це, на перший погляд, дуже мало, цієї кількості тепла й світла достатньо для всього живого на Землі.

### Загальна будова Сонячної системи

Планети та їхні супутники, астероїди, комети та метеороїди, які рухаються навколо Сонця, утворюють **Сонячну систему** (мал. 1.3). **Сонце** — центральне та наймасивніше тіло цієї системи.

**Планети** — великі холодні небесні тіла. Вони не випромінюють світла й тепла. Їх часто плутають із зорями тільки через те, що на небі вони яскраво світяться відбитим сонячним світлом.

До складу Сонячної системи входить 8 планет: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун. Вони відрізняються за розмірами, масою, віддаленістю від Сонця та температурою. Їх об'єднали у дві групи: планети-гіганти (Юпітер, Нептун, Уран, Сатурн) і планети земної групи, які близькі за розмірами й будовою до Землі (Марс, Венера, Меркурій).

Рухаються планети навколо Сонця по **орбітах** — траєкторіях, які нагадують витягнуті кола — **еліпси**.

Деякі планети мають **супутники** — це небесні тіла, які обертаються навколо планет. До прикладу, наша планета Земля має один супутник — Місяць (мал. 1.4, с. 8), а от у гіганта Юпітера їх більше сімдесяти. У багатьох із них є своя власна назва: Метида, Ганімед, Каллісто тощо.



Обчисліть, у скільки разів відстань від Сонця до Землі менша (чи більша), ніж відстань від Сонця до інших планет Сонячної системи.

Планети-гіганти	Відстань від Сонця (млн км)
Юпітер	800
Сатурн	1400
Уран	2850
Нептун	4500
Планети земної групи	Відстань від Сонця (млн км)
Меркурій	50
Венера	100
Земля	150
Марс	200



Мал. 1.3. Сонячна система



Мал. 1.4. Місяць — супутник Землі



Мал. 1.5. Комета має ядро, голову та хвіст



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Чому Сонце називають зорею, а не планетою?
2. За якими характеристиками розрізняють зорі?
- 3\*. Які знання про Сонячну систему використовує людина? Як вона це робить?
- 4\*. У перекладі з давньогрецької слово «космос» означає «порядок». На вашу думку, чи відповідає це поняття сучасним поглядам на будову Всесвіту?
- 5\*. Із додаткових джерел інформації дізнайтеся народні українські назви сузір'їв Оріон, Велика Ведмедиця, Дельфін, Кассіопея, Лебідь.

**Астероїди** — малі тіла Сонячної системи. Вони мають неправильну форму й світяться відбитим сонячним світлом, а їхні розміри можуть сягати від 1 до 1000 км. Значно меншими від астероїдів є **метеороїди**. Їхні розміри — до 1 км.

**Карликові планети** — небесні тіла, що обертаються безпосередньо навколо Сонця і не є супутниками інших планет. Це, наприклад, Церера, Плутон, Седна та інші, відкриті останніми роками.

**Комета** — це велика брила із замерзлих газів, води, пилу та каміння. Ця брила називається ядром комети. Під впливом Сонця поверхня ядра комети починає танути. З'являється голова й хвіст — це наслідки випаровування замерзлих газів і води (мал. 1.5).

Найбільш відомою є комета Галлея. Період її повного оберту навколо Сонця становить 76 років.

### Дізнайтеся більше

Для спостереження віддалених об'єктів використовують спеціальний оптичний прилад — телескоп. Оскільки світло від віддалених об'єктів іде мільйони або мільярди років, ми бачимо в телескоп ці об'єкти такими, якими вони були мільйони або мільярди років тому. Телескоп допомагає зазирнути в далеке минуле Всесвіту.

Космічний телескоп *HUBBLE* сфотографував найстаріше скупчення зір — галактику *NGC 1466*, вік якої близько 13,1 мільярдів років.



Телескоп *Hubble* у космічному просторі



### Ключова ідея

Усесвіт — це світ, що нас оточує. У ньому чимало зір, які утворюють галактики. Молочний, або Чумацький, Шлях, — це Галактика, у якій ми живемо. До її складу входить Сонце — карликова зоря, навколо якої існує Сонячна система.

До складу Сонячної системи входить 8 планет. Також у складі Сонячної системи є карликові планети, астероїди, комети, метеороїди.





## §2. Земля як система

### Планета Земля

Земля — це планета, на якій ми живемо, одна з восьми планет нашої Сонячної системи і поки що єдине відоме місце у Всесвіті, де є життя (мал. 2.1).

### Дізнайтеся більше

Земля — єдина планета в Сонячній системі, не названа на честь грецького чи римського бога або богині. Слово «земля» спочатку означало ґрунт і поверхню нашої планети. І все ще означає, коли ми пишемо це слово з маленької літери. А коли ми пишемо слово «Земля» з великої літери, це значить, ідеться про планету.



Земля —  
планета



Земля — поверхня  
планети



Земля —  
ґрунт

### Сонце — джерело світла та тепла на Землі

Земля отримує від Сонця достатню кількість світла та тепла, необхідного для існування всього живого. Сонячне світло — це світлова енергія Сонця, а сонячне тепло — теплова енергія Сонця.

Одні об'єкти неживої та живої природи поглинають сонячні промені й нагріваються, а інші віддзеркалюють сонячне світло та не нагріваються.

Наприклад, у воді промені проникають на велику глибину — до десятків метрів, і вода в морі чи океані нагрівається. Тому океан іноді називають тепловим резервуаром нашої планети.

А сніг та льодовики відбивають сонячне світло майже повністю, тому й не нагріваються (мал. 2.2, с. 10).

Сильніше нагрівають поверхню сонячні промені, які падають на Землю прямовисно. Це відбувається



### Поміркуйте

Як Сонце та Місяць впливають на нашу планету?



### Пригадайте

- Чому відбувається зміна дня та ночі?
- Чому відбуваються сезонні зміни в природі?
- Чому поверхня Землі нагрівається нерівномірно?
- Що таке теплові пояси?



Мал. 2.1. Земля в космічному просторі



**Мал. 2.2** Сніг і товсті хмари набагато краще відбивають сонячні промені, ніж поверхні водойми



### Робота в групах

Об'єднайтеся в чотири групи: "Геологи", "Біологи", "Гідрологи" й "Метеорологи". Підготуйте презентацію, що доведе важливість оболонки Землі, яку вивчає певна професія.

в момент, коли Сонце перебуває високо на небосхилі. І чим нижче воно стоїть над головою, тим менше нагрівається земна поверхня.

Оскільки кількість сонячного тепла, яке отримує поверхня Землі, не однакова та зменшується від екватора до полюсів, її умовно поділяють на широкі смуги — *теплові пояси* Землі. І саме від кількості сонячного тепла та світла, що потрапляє на цю частину земної поверхні, залежить різноманіття тваринного й рослинного світу теплового поясу.

Земля зовні є найбільш вивченою планетою Сонячної системи й має складну будову. Вона утворена з декількох оболонок, або *геосфер* (мал. 2.3). Кожна геосфера має свій склад і певні фізичні властивості.

*Атмосфера* — повітряна оболонка Землі. Вона складається з різних газів (азоту, кисню, вуглекислого газу та інших, а також водяної пари). Саме в цій оболонці відбуваються процеси, які регулюють погоду на планеті.

*Літосфера* — кам'яна оболонка. Вона представлена різноманітними формами рельєфу земної поверхні: горами, височинами, рівнинами, западинами.

*Гідросфера* — водна оболонка, яка складається з океанів, морів та вод суші — озер, річок, боліт.

*Біосфера* — оболонка життя на Землі. Це різні живі організми: рослини, тварини, гриби, бактерії та неклітинні форми життя — віруси. Фундатором учення про біосферу був український науковець В. І. Вернадський.

Оболонки Землі (геосфери) стикаються, взаємно проникають та взаємодіють між собою, щоб створити таке знайоме нам середовище існування — *географічну оболонку*.



**Мал. 2.3.** Оболонки Землі



## Земля зсередини

Про стан і будову глибших шарів Землі існують лише припущення. Їх роблять на основі даних, одержаних різними методами досліджень, наприклад, методом буріння надглибоких свердловин.

Дані сейсмічних досліджень під час землетрусів дають підстави для виділення у внутрішній будові Землі головних шарів (мал. 2.4).

1. **Земна кора** — зовнішній твердий шар Землі. Її товщина складає від 5 до 70 км. Земна кора, своєю чергою, поділяється на материкову та океанічну. Материкова земна кора значно товща за океанічну.

2. **Мантия** — найбільший за об'ємом шар Землі. Її температура сягає 2000 °С, але через високий тиск речовина мантиї перебуває у твердому стані. Земна кора разом із верхньою частиною мантиї утворюють літосферу.

3. **Ядро** — найгарячіша та найгустіша частина Землі. Воно складається з внутрішнього твердого ядра та зовнішнього рідкого. Температура внутрішнього ядра, за припущеннями науковців, складає 6000 °С.

### Найглибші свердловини Землі

Назва	Глибина, м
Берта Роджерс	9 583
КТБ-Оберпфальц	9 900
Кольська надглибока свердловина	12 262



Мал. 2.4 Внутрішня будова Землі

### Дізнайтеся більше



#### Володимир Іванович Вернадський (1863–1945)

Видатний український природознавець, засновник геохімії, біогеохімії та радіогеології. Автор учення про біосферу. Один із засновників Української академії наук



### Ключова ідея

Земля — це планета Сонячної системи. Вона отримує від Сонця світло та тепло, необхідні для існування всього живого. Але кількість тепла не однакова та зменшується від екватора до полюсів. Залежно від цього виділяють жаркий, помірний і холодний теплові пояси.

Земля складається з геосфер: атмосфери, гідросфери, літосфери, гідросфери, що взаємодіють між собою та утворюють географічну оболонку. У внутрішній будові Землі виділяють земну кору, мантию, ядро.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. За якими ознаками виокремлюють геосфери Землі?
2. Чому різні території Землі отримують не однакову кількість сонячного тепла та світла? Наведіть приклади таких територій.
- 3\*. Іноді внутрішню будову нашої планети порівнюють із будовою яйця. Чому?
- 4\*. Українська письменниця Марко Вовчок 1871 року переклала фантастичний роман Жуля Верна «Подорож до центру Землі». У ньому герої вирішили спуститися у вулкан, щоб досягнути центру Землі. Чи можлива, на ваш погляд, така подорож? Відповідь поясніть.

## §3. Явища й об'єкти природи



### **Поміркуйте**

Чи існують взаємозв'язки між об'єктами та явищами живої та неживої природи?

### **Пригадайте**

- Чим явища природи відрізняються від об'єктів природи?
- Яка різниця між об'єктами живої та неживої природи?
- Із чого складаються всі тіла?

### **Природа**

Споконвіку людина цікавилася тим, що її оточує: горами та рівнинами, морями та ріками, рослинами та тваринами — навколишнім світом. І використовувала те, що могла знайти навкруги: воду, яйця, плоди та ягоди — для їжі, гілки та суху траву — для багаття, печеру — для того, щоб сховатися від снігу чи дощу, а може, і від хижого звіра (мал. 3.1).

А оскільки людина є розумною істотою, вона почала створювати те, чого не змогла знайти навколо себе, чого ніколи раніше не існувало, наприклад, колесо.

Усе, що ми бачимо навколо нас, усе, що нас оточує і не було створено руками людини, — це *природа*. А вивчають природу *природничі науки*.

### **Тіла та речовини**

Усі предмети, що оточують нас, називають *тілами*. Незлічenna кількість тіл — це *природні тіла*.



Мал. 3.1. Навколишній світ первісної людини

**Фізика** — наука про неживу природу

**Астрономія** — наука про Всесвіт

**Біологія** — комплексна наука про живу природу

## **ПРИРОДНИЧІ НАУКИ**

**Географія, геофізика, геологія** — науки про Землю

**Медицина** — сукупність наук про хвороби, їхнє лікування та запобігання їм

**Хімія** — наука про будову й перетворення речовин



Природні тіла бувають живі (організми) та неживі. А ще є тіла, зроблені людиною. Їх називають *штучні тіла*, або рукотворні. Тіла можуть розрізнятися за формами, розмірами, кольорами тощо (мал. 3.2).

Усі тіла складаються з однієї чи декількох *речовин*. Але кількість тіл у природі значно більша, ніж кількість речовин, тому різні тіла можуть складатися з однакових речовин. Наприклад, зі скла складається стакан, екран смартфона, склопакет для вікна, посуд для хімічних дослідів.

### Об'єкти неживої та живої природи

*Природні об'єкти* — це об'єкти живої та неживої природи.

Нежива природа — це Сонце, Місяць, зорі, повітря, вода, гірські породи, ґрунт. До живої природи належать живі організми: люди, рослини, тварини та мікроорганізми. Щоб рости та будувати своє тіло, їм потрібні різноманітні речовини та енергія для всіх життєвих процесів (наприклад, сонячне світло). Кожен живий організм намагається залишити потомство, тому все живе розмножується та проходить свій життєвий цикл (мал. 3.3).

### Явища природи

Зміни, перетворення, які відбуваються в природі, називаються *явищами природи*. Поява кожного з них зумовлена дією законів природи й не залежить від бажання людини.

До явищ природи належать: туман, дощ, гроза, грим, блискавка, град, веселка, сніг, заметіль, вітер, вихор, Полярне сяйво, пожовтіння листя тощо (мал. 3.4).



Мал. 3.2. Різноманітність тіл



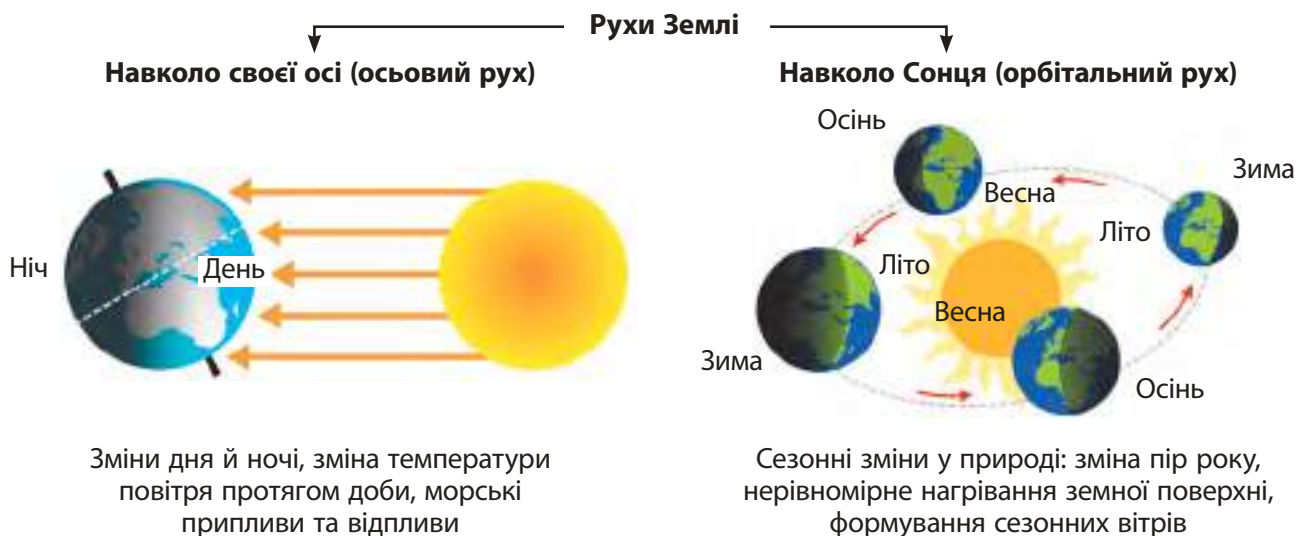
Мал. 3.3. Життєвий цикл квітки



Мал. 3.4 Гроза в небі



Мал. 3.5. Утворення лінзоподібної хмари над горою Шаства в Каліфорнії, США



**Мал. 3.6.** Ритмічні явища природи



Проведіть опитування серед знайомих дорослих та з'ясуйте, які стихійні природні явища траплялися у вашому населеному пункті або області.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке природа і що до неї належить?
2. У чому полягає цінність природи для людини?
3. Із чого людина виготовляє рукотворні об'єкти?
- 4\*. Уважно прочитайте вислів: «Усі штучні тіла — неживі. Наприклад, скеля, річка, Сонце». Чи погоджуєтеся ви з такою думкою? Відповідь аргументуйте.
- 5\*. Які явища природи зникнуть, якщо Земля припинить обертання навколо своєї осі?

Деякі з явищ природи ми спостерігаємо доволі часто, а деякі є рідкісними й дивовижними.

Наприклад, дощ для України — звичайне явище, а ось для африканських пустель — майже неможливе.

А лінзоподібні хмари, які майже не рухаються, якої б сили не був вітер, — це рідкісне природне явище (мал. 3.5, с. 13).

Велику небезпеку для людства становлять стихійні природні явища: землетрус, виверження вулкана, зсув ґрунту, тропічний циклон чи цунамі, посуха, повінь, смерч, лавина тощо. Вони можуть мати небезпечні наслідки для людей, а іноді призвести до катастроф, які називаються «природними».

До явищ, що відбуваються в неживій і живій природі, також відносять зміни дня й ночі, нерівномірне нагрівання земної поверхні, колообіг води; сезонні зміни в природі. Ці явища постійно повторюються, тому що на них впливає осьовий та орбітальний рух Землі. **Ритмічність** — повторюваність природних процесів та явищ у часі з певною періодичністю (мал. 3.6).



### Ключова ідея

Усе, що нас оточує, але не створене людиною, — це природа. Тіла — це будь-які предмети, що нас оточують. Тіла складаються з однієї або декількох речовин. Зміни, які відбуваються в природі, називаються явищами природи. Деякі з них повторюються з певною періодичністю.



## §4. Біорізноманіття

### Живий світ Землі

Навколишнє середовище об'єднує безліч об'єктів живої та неживої природи. Із курсу «Я досліджую світ» ви вже знаєте, що **організми** — тіла живої природи. Їх вивчає дивовижна наука — **біологія**. У перекладі з давньогрецької мови «**біос**» означає *життя*, а «**логос**» — *учення*.

Мешканці нашої планети надзвичайно різноманітні. Аби добре орієнтуватися у вивченні тіл живої природи, організми поділили на великі групи й визначили їхню приблизну кількість. До прикладу, бактерій — 30 тис., грибів — орієнтовно 100 тис., квіткових рослин — щонайменше 250 тис., а тварин — близько 1,4 млн видів.

Тіла живої природи відрізняються за виглядом, будовою, особливостями життєдіяльності тощо. Але спільними для кожного організму є процеси життєдіяльності: дихання, живлення, ріст, здатність розмножуватися, розвиватися та пристосовуватися до певних умов середовища.

### Різноманітність середовищ життя організмів

Немає такого куточка на Землі, де б не існували об'єкти живої природи.

Усі вони мешкають на різних материках, опановують різні середовища життя й по-різному пристосовуються до одних і тих самих умов існування: освітленості, температури, наявності повітря, зволоженості, вмісту мінеральних речовин, гумусу тощо.

**Середовище існування** — це та частина природи, яка оточує живі організми та взаємодіє з ними. Розрізняють наземно-повітряне, ґрунтове, водне середовище та середовище живих організмів.

Організми, які живуть у цих чотирьох середовищах, постійно взаємодіють між собою, тому між тваринами, рослинами, грибами та бактеріями утворюються численні зв'язки та взаємовідносини (мал. 4.1, с. 16).

### Біорізноманіття рослин у природі

Рослини, або **флора** (сукупність усіх видів рослин на Землі), — окраса нашої планети. Вони дають



#### Поміркуйте

Уявіть, що середньорічна температура в Антарктиді, де мешкають пінгвіни, знизилася на 10 градусів. Що можуть «придумати» пінгвіни, аби пристосуватися до нових умов існування?



#### Пригадайте

Які умови забезпечують існування життя на Землі?

#### Середовища існування

Наземно-повітряне

Водне

Ґрунтове

Живі організми

(для безхребетних тварин)

## Океан

Тварини та мікроорганізми **94%**



Рослини **6%**

## Суходіл

Тварини **8%**



Рослини **92%**

Мал. 4.1. Біорізноманіття



Мал. 4.2. Мох зозулин льон

кисень для дихання, із них виготовляють продукти, ліки й речі.

Залежно від будови, рослини поділили на групи: водорості, мохи, папороті, хвойні та квіткові рослини.

**Водорості** — група водяних рослин, у яких відсутній поділ на стебло, листя й корінь. Забарвлення водоростей різноманітне: червоне, буре, жовто-зелене.

**Мохи** — трав'янисті рослини. Одним із представників мохів є мох зозулин льон (мал. 4.2). Натрапити на нього можна в лісі, луках чи на болотах.

**Папороті** — мешканці тінистих вологих лісів і вологих ярів. Люди вирощують папороті як декоративну рослину.

**Хвойні рослини** — це дерева та кущі. Ялина, ялівець, туя — представники хвойної флори.

**Квіткові рослини** — це дерева, кущі та трав'янисті рослини. Кущі квіткових рослин можуть витися, обмотуватися, плестися. Розмножуються завдяки насінню, яке міститься в плодах.

### Особливості рослинного світу океанів

Рослини відіграють важливу роль у житті водного середовища (мал. 4.3). Вони постачають кисень, який дуже важливий для його мешканців. Рослини здебільшого ростуть у достатньо освітлених неглибоких місцях, однак червоні водорості пристосовані існувати на великих глибинах. Тож чим глибше опускатися до дна, то світла у воді стає менше і рослинності також.

Дерев'янистих рослин із міцним стовбуром тут немає, на відміну від наземно-повітряного середовища. Лише на узбережжях центральної Америки, східної Африки, Азії та Австралії ростуть дерева мангрових лісів, що пристосувалися до життя в солоній водоймі тропіків. На відміну від водоростей, їхнє тіло поділене на органи.

### Особливості рослинного світу материків

Флора наземно-повітряного середовища надзвичайно багата. Усе завдяки природним зонам, які формуються через розмаїття кліматичних умов.

Під QR-кодом на початку параграфу міститься інформація про найпоширеніші рослини природних зон різних континентів.





## Біорізноманіття тварин у природі

Кожен вид організмів посідає своє місце в природі. Тварини, або **фауна** (сукупність усіх видів тварин), опанували всі середовища життя на Землі: водне, наземно-повітряне, ґрунт та організмове життя, тобто всередині або на поверхні організму (воші, блохи, кліщі тощо). Деякі тварини можуть поєднувати середовища життя, оскільки все залежить від їхньої життєдіяльності. До прикладу, жаба озерна живе і в наземно-повітряному середовищі, і у водному.

Пригадайте групи тварин та їхні істотні ознаки, які ви вивчили в початковій школі, користуючись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.

## Особливості тваринного світу океанів

Фауна Світового океану різноманітна. Зміни температур у водному середовищі не такі різкі, як у наземно-повітряному. Тварини пристосувалися до таких умов життя, оскільки температура їхнього тіла залежить від температури середовища, яке їх оточує: деякі представники тваринного світу здатні підтримувати сталу температуру тіла, як-от: ракоподібні, молюски, шкіряста черепаха тощо. Кисень у воді розріджений і розподілений нерівномірно. Наприклад, риби вбирають його за допомогою спеціалізованих органів — зябер, а ссавці — дельфіни та кити — визирають із водного середовища, аби вдихнути повітря легенями.

Скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа, пригадайте, які ще тваринні організми мешкають у Світовому океані.

## Особливості тваринного світу материків

Кліматичні умови Землі вплинули й на поширення фауни на планеті. Про те, як тварини пристосувалися до природних зон материків, ви прочитаєте, просканувавши QR-код на початку параграфа.



### Ключова ідея

Біорізноманіття — це всі живі організми, які населяють нашу планету. Сюди належать мікроорганізми, гриби, рослини й тварини. Усі вони пристосувалися до природних зон Землі та різноманітних умов життя: наземно-повітряного, водного, ґрунтового й організмowego.



Мал. 4.3. Водна флора



Уявіть, що вам випала можливість спуститися в глибини океану та спуститися в шахту на глибину 1 км. Яких представників тваринного світу ви б там зустріли? Намалюйте їх.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що вивчає наука біологія?
2. За якими особливостями відрізняються представники різних груп організмів? Що в них спільного?
- 3\*. Поміркуйте, як зміна клімату впливає на тварин і рослин на Землі.
- 4\*. Яке значення представників різних груп рослин і тварин у природі?
- 5\*. Прочитайте назви організмів. Визначте правильний наголос у словах, використавши словник наголосів. До яких груп належать ці організми?  
Камбала, кропива, олень, павич, осетер, стерлядь, чорнослив, щавель.



## §5. Людина як система

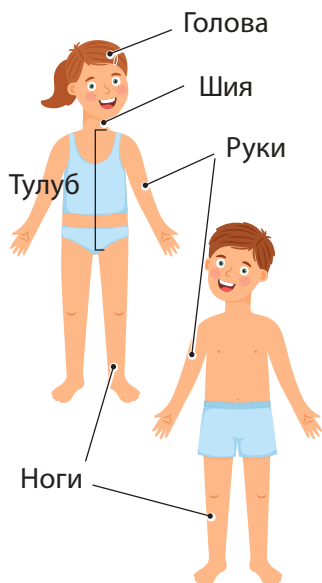
### Поміркуйте

Бразильський письменник Пауло Коельйо писав: «Чи знаєте Ви, що для когось Ви — весь світ? Хтось міг би не народитись, але народився заради Вас. Ви особливі та унікальні...».

Як ви вважаєте, у чому неповторність кожної людини?

### Пригадайте

- До якого тіла природи належить людина?
- Які природні умови найбільш сприятливі для життя людей?
- Навіщо вивчати організм людини?



Мал. 5.1. Частина тіла людини

### Ми всі різні

Людина — це невід’ємна частина природи. Із кожним роком нас на Землі стає більше. За даними Організації Об’єднаних Націй, чисельність людей на планеті становить понад 7 мільярдів осіб. Ми різні на вигляд, маємо свій колір шкіри, очей та волосся. Однак спільне в нас — дивовижне людське тіло. Воно працює дуже злагоджено й має безліч таємниць. Деякі з них вам відомі з курсу «Я досліджую світ». Пригадаймо.

### Частини тіла людини

Тіло — це фізична оболонка. Його форми й пропорції, частини й окремі системи органів вивчає наука — **анатомія**.

Тіло умовно поділяють на частини (мал. 5.1). **Голова**, у якій розміщується «керівник» всього організму — мозок. **Шия** — помічниця голови, що повертає її в боки. **Тулуб** — частина тіла, до якої не входить голова, руки й ноги. Верхню його частину називають — грудьми, нижню — животом, позаду спина, а внизу — таз.

**Руки** (верхні кінцівки), що допомагають робити чимало справ: чистити зуби, одягатися, писати тощо. **Ноги** (нижні кінцівки) — забезпечують рух та опору людини.

### Системи органів людини

Ви вже знаєте, що наш організм складається з органів. **Орган** — це частина організму, що має свою будову й функцію. Усі важливі органи, що розміщуються в певній ділянці тіла, утворюють системи органів — єдине ціле організму людини (мал. 5.2). Вони взаємодіють між собою та докільням. Серце та судини формують **кровоносну систему**, Нерви, головний, спинний мозок — **нервову систему**. **Травна система** складається з рота, зубів, глотки, стравоходу, шлунка, підшлункової залози, кишечника та печінки із жовчним міхуром. Носова порожнина, гортань, трахеї, бронхи та легені утворюють **дихальну систему**. **Сечовидільна система** формується з нирок, сечоводів та сечового міхура. До складу **сенсорних систем** увіходять органи чуття, які допомагають сприймати світ: зору, слуху, нюху, смаку, дотику, рівноваги. Із іншими системами



людини ви познайомитеся в наступних класах під час вивчення біології.

У середині тіла є скелет — це своєрідний каркас, який складається з 206 кісток. Скелет — «фундамент» *опорно-рухової системи* (мал. 5.3). Завдяки йому тіло має правильну форму, може рухатися та стояти. Його основою є хребет, що разом із ребрами та кістками таза фіксує тулуб. Зверху хребта приєднаний череп, збоку — кістки верхніх та нижніх кінцівок. Найбільшою кісткою організму людини є стегнова (нижні кінцівки), а найменшою — стремінце, розташоване всередині вуха.

До кісток кріпляться м'язи. У людини понад 600 скелетних м'язів. Вони розтягуються та стискаються. *М'язова система* допомагає рухатися всьому тілу, говорити та жувати, усміхатися та мружитися й найголовніше — захищати кістки та органи від ушкоджень.



Завдяки скелету наше тіло тримає форму. Спробуйте нагнутися чи присісти. Яка частина скелета допомагає тримати спину прямою?

Порушайте головою, ногами та руками. До якої частини скелета вони приєднані?

Найбільшою кісткою організму людини є стегнова (нижні кінцівки). Знайдіть її в себе. А найменшою — стремінце, розташоване всередині вуха. Чи можна його побачити?

## Періоди розвитку людини

Ви вже навчаєтеся в п'ятому класі. Із кожним роком ваш організм дорослішає, розвивається та росте. Дуже важливо, аби ріст і розвиток відповідав віковій людини. Щоб ці процеси відбувалися нормально, слід стежити за своїм харчуванням, гігієною тіла й поставою, займатися фізичними вправами, правильно й повноцінно відпочивати.

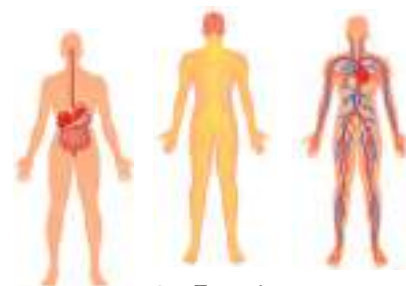
За таблицею під QR-кодом на початку цього параграфа пригадайте, як до цього часу змінювався ваш організм та які вікові періоди чекають надалі.



## Ключова ідея

Орган — це складова організму, що має свою будову й функцію. Усі органи працюють злагоджено й утворюють системи органів.

Щоб організм був здоровий, потрібно не лише знати його будову, а й піклуватися про нього. Період життя людини можна поділити на умовні етапи, які в дівчат та хлопців дещо відрізняються.



Мал. 5.2. Деякі системи органів людини



Мал. 5.3. Скелет людини



## Запитання для повторення й засвоєння

1. Що вивчає наука анатомія?
2. На які періоди можна поділити життя людини?
- 3\*. Поясніть, чи можна організм людини назвати цілісною живою системою.
- 4\*. Що потрібно зробити, аби бути здоровим? Оберіть правильні твердження. Їсти фаст фуд, бо це економить час.  
Раціонально харчуватися.  
Правильно чергувати роботу й відпочинок.  
Спати якомога менше. Краще попрацювати чи повчитися!

## §6. МЕТОДИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



### Поміркуйте

- Для чого проводять наукові дослідження?
- Чим дослід відрізняється від дослідження?
- Назвіть етапи наукового дослідження.
- Чи є навчальний проєкт науковим дослідженням?



### Пригадайте

- У якій послідовності виконується робота над проєктом?
- Які джерела інформації існують?
- Що таке дослід?

### Основні методи наукових досліджень

описовий метод

спостереження

робота з інформацією

аналіз тексту

експеримент

анкетування

### Методи наукових досліджень

Мета науки полягає в отриманні корисних наукових та практичних знань про навколишній світ, вивченні його об'єктів, процесів і явищ різноманітними методами. **Метод** — це певна система правил, принципів і прийомів для досягнення мети дослідницької роботи або проєкту. Саме тому **методи наукового дослідження** охоплюють способи, за допомогою яких вивчають об'єкти, явища, природні та суспільні процеси.

Існує велика кількість методів наукових досліджень. На кожному етапі роботи вони можуть бути різними. Тому слід визначити, які методи дослідження найкраще підійдуть для виконання поставлених завдань і досягнення мети проєкту.

Більш докладно із цими методами ви можете ознайомитись, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.

### Методи географічних досліджень

Ще в давнину використовували **експедиційний метод**. Група людей вирушала в експедицію для дослідження певних об'єктів чи явищ. Географічна наука розвивалася на матеріалах, зібраних саме в експедиціях.

Сьогодні цей метод також актуальний. Людина, яка розуміє географічну карту, може отримати величезну кількість достовірної інформації. **Картографічний метод** досліджень використовує карти для опису, аналізу та пізнання природних і суспільних об'єктів та явищ. Картографічний метод дослідження є одним із найсучасніших наукових методів, оскільки дозволяє використовувати електронні та цифрові карти. Також у мережі Інтернет розміщені старовинні



В Антарктиді працює Українська антарктична експедиція. Потрапити до її складу можуть усі охочі. Для цього треба подати заявку на сайті Національного антарктичного наукового центру та пройти конкурсний відбір.

Складіть таку заявку, де поясніть, якими дослідженнями ви хотіли б займатися під час експедиції.



карти, працювати з якими раніше не було можливості (мал. 6.2).

**Аерокосмічний метод** — це метод вивчення нашої планети за допомогою космічних апаратів (мал. 6.3). Він почав використовуватися лише з ХХ століття. За допомогою аерокосмічного методу можна створювати точні географічні карти, вести спостереження за зміною погоди та клімату, за водами Світового океану тощо. А в поєднанні з методом комп'ютерного моделювання можна передбачити зміни навколишнього середовища.

### Методи фізичних досліджень

У фізиці основними методами досліджень є теоретичний та експериментальний. Утім проводити експеримент без теоретичного обґрунтування немає ніякого сенсу, а теоретичні дослідження без експериментального підтвердження не можуть уважатися завершеними. «Спостереження, міркування та дослід — ось що складає так званий науковий метод». Ці слова належать Нобелівському лауреату з фізики, американському науковцеві Роберту Фейнману.

**Експеримент** є вихідною точкою фізичних досліджень.

**Теоретичний метод** у фізиці полягає в тому, що науковці та науковиці осмислюють результати спостережень або експериментів і на їхній основі висувують гіпотези, які передбачають нові, ще не відкриті явища або властивості тіл. Якщо гіпотеза підтверджується експериментально, то вона стає фізичною теорією.

### Методи астрономічних досліджень

Основним інструментом астрономічних досліджень є телескоп. Із грецької мови телескоп перекладається, як «далеко бачу». У самій назві цього приладу закладено, що основним методом астрономічних досліджень є спостереження.

**Астрономічні спостереження** мають певні особливості. По-перше, спостерігають об'єкти, що перебувають або рухаються дуже далеко від Землі, тому немає можливості доторкнутися до об'єктів дослідження. По-друге, дуже часто стикаються з унікальними процесами, що більше не повторюються. По-третє, доволі часто астрономічні явища відбуваються дуже повільно, й спостереження за ними треба проводити роками, десятиліттями або навіть століттями.



**Мал. 6.1.** Захід сонця над береговою лінією Антарктиди та Українською антарктичною станцією «Академік Вернадський»



**Мал. 6.2.** Карта світу 1752 року



**Мал. 6.3.** Супутник передає сигнал на Землю



**Мал. 6.4.** За допомогою радіотелескопів людина навчилася бачити Всесвіт у невидимому для ока радіодіапазоні



**Мал. 6.5.** Марсохід «Персеверанс» досліджує Червону планету в пошуках життя



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Назвіть основні методи фізичних досліджень.
2. Які основні особливості астрономічних досліджень?
3. Чи є серед астрономічних досліджень експериментальні? Якщо є, то наведіть приклади.
- 4\*. Використовуючи різноманітні методи досліджень, підготуйте доповідь і / або презентацію на тему за вибором.  
Історичний розвиток способів класифікації організмів. Перші дослідження природи людиною.  
Перші винаходи людства.

Але завдяки телескопам та іншим астрономічним інструментам людство багато чого дізналося про далекі зорі й Усесвіт.

Останніми десятиліттями в астрономії почав використовуватися *експериментальний метод* дослідження — за допомогою космічних апаратів науковці змогли дослідити Місяць, Марс, Венеру, Меркурій, супутники Юпітера та Сатурна, деякі астероїди та комети.

### Методи хімічних досліджень

Як і в інших науках, що вивчають природу, у хімії є свої особливі методи досліджень.

*Хімічний експеримент* — вивчення явища, хімічної реакції або процесу за спеціально створених умов.

*Аналіз у хімії* — розкладання хімічної речовини на частини і встановлення її хімічної будови.

*Синтез у хімії* — сполучення частинок різних речовин у нову речовину з необхідною хімічною будовою.

Також у хімії використовують загальні методи досліджень, такі як спостереження, вимірювання тощо.

### Біологічні методи досліджень

Аби пізнати біорізноманіття нашої планети, біологи й біологині застосовують різні методи. *Спостереження* дозволяє досліджувати організми і процеси без втручання в них. Спостерігати можна за розпусканням квіток, поведінкою домашніх улюбленців тощо. *Моніторинг* передбачає тривалі спостереження за організмами й перебігом певних процесів.

*Експеримент* у біології передбачає зміну будови, функцій чи поведінку об'єктів дослідження, аби зрозуміти наслідки цих змін. *Статистичний метод* — це математична обробка матеріалу, який було зібрано під час досліджень. Він дозволяє проаналізувати та встановити певні закономірності.



### Ключова ідея

Загальними методами наукових досліджень є такі: спостереження, анкетування, моделювання, тестування, вимірювання, експеримент, моделювання тощо. Природничі науки також використовують свої особливі методи досліджень.

Усі методи наукових досліджень можна умовно розділити на експериментальні та теоретичні.



## §7. Кількісні та якісні ознаки об'єктів і явищ природи

### Види ознак об'єктів і явищ природи

**Ознакою** називають відмінну рису, властивість, особливість, що є характерною для окремих предметів, об'єктів чи явищ. За допомогою ознак можна не тільки описати об'єкт, а й порівняти з іншим об'єктом. Наприклад, німецькі вівчарки — великі собаки (мал. 7.1). Стандартна висота породи в холці становить 60–65 см. Вони посідають друге місце за поширенням серед собак, що зареєстровані в Американському кінологічному клубі.

### Кількісні ознаки

**Кількісними ознаками** називають ознаки, які мають числове вираження. Наприклад, середній вік населення, довжина річки, висота гір, температура, вологість, середня кількість опадів, вага, площа певного предмета, розміри тіла тварини, зріст чи маса тіла людини, рівень інтелекту тощо.

Кількісні ознаки вимірюють різноманітними способами, які залежать від їхнього типу та мети дослідження.

Скажімо, температуру повітря вимірюють за допомогою термометра та визначають у градусах за шкалою Цельсія або Фаренгейта.

Зріст вимірюють спеціальною лінійкою і визначають в одиницях довжини (метрах, сантиметрах, футах, дюймах).

Масу тіла вимірюють за допомогою вагів та визначають в одиницях маси (кілограмах, грамах).



### Поміркуйте

- За допомогою яких ознак можна схарактеризувати учнів і учениць вашої школи?
- Що в природі можна порахувати, а що — ні?



### Пригадайте

- Що таке ознаки?
- Які ознаки води ви знаєте?
- Що таке дослідження?



Визначте свій зріст у сантиметрах. Для цього візьміть сантиметрову стрічку й олівець. Притуліться спиною до стіни або дверей та проведіть олівцем позначку у себе над головою. Виміряйте відстань від підлоги до позначки. Визначте масу свого тіла в кілограмах за допомогою вагів.



Мал. 7.1. Деякі характеристики німецької вівчарки



**Мал. 7.2.** Якісною ознакою є форма й колір волосся в людини



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке ознака?
2. Які види ознак об'єктів чи явищ природи ви знаєте?
3. Наведіть приклади кількісних ознак і якісних ознак.
- 4\*. Прочитайте текст. Про які ознаки тварин у ньому йдеться?

У морських ссавців, наприклад, дельфінів, передні кінцівки є плавцями, а хвіст як основний засіб пересування, широкий та сильний. А от кажани пристосовані до польоту. Тому їхні передні кінцівки видозмінені на крила. Довгі шия та ноги допомагають жирафі діставати листя з гілочок найвищих дерев. Гіпопотам має короткі ноги, пристосовані до плавання, а його коротка шия разом із головою та бочкоподібним тулубом утворює тіло обтічної форми. Це дає змогу тварині бути маневреною, пересуваючись у водному середовищі.

А деякі ознаки, наприклад, рівень інтелекту людини, визначають за допомогою спеціальних тестів.

### Якісні ознаки

**Якісна ознака** — це ознака, значення якої виражене словом. Наприклад, якісною ознакою населення країни чи материка може бути стать людини.

У біології такими ознаками в людини є колір шкіри чи очей, форма носа, колір та форма волосся (пряме чи кучеряве) тощо (мал. 7.2).

### Кількісні та якісні дослідження

Зазвичай, щоб отримати вичерпну інформацію, кількісні та якісні дослідження поєднують. Адже кількісні дані містять у собі певну числову інформацію, допомагають зробити загальні висновки з дослідження. Якісні дані використовують описову інформацію й забезпечують більш глибоке розуміння. Це можуть бути навіть враження, думки або погляди.

Наприклад, для будівництва моста через річку необхідно дослідити не лише її ширину та швидкість течії (кількісні дослідження). Важливою буде інформація про стан берегів, із яких гірських порід вони складаються тощо (якісні дослідження).

Кількісні та якісні дослідження використовують у роботі над шкільним проектом чи дослідницькою роботою. Якісний аналіз допоможе зібрати докладну інформацію на тему та сформулювати перші ідеї. Потім ці ідеї можуть стати гіпотезами й будуть доведені за допомогою кількісного дослідження.

### Дізнайтеся більше

Вимірювання фізичних величин дуже важливе для наукових досліджень у будь-якій галузі природничих наук, для проектування машин і механізмів. Тому було створено окрему науку про вимірювання — *метрологію*.



### Ключова ідея

Аналіз кількісних ознак явищ, предметів, об'єктів пропонує числову інформацію для підтвердження загальних пунктів дослідження. Аналіз якісних ознак забезпечує деталі для глибокого розуміння їхніх повних наслідків.





## § 8. Класифікації

### Класифікація в біології

Для того, щоб вивчати біорізноманіття на планеті, науковці й науковиці постійно займаються дослідженнями й класифікацією. Вони створюють систему органічного світу, тобто класифікацію всього живого з урахуванням їхньої спорідненості за ознаками, перелік яких час від часу змінюється.

Отже, **класифікація** — це розподіл речей, тіл, об'єктів, явищ на різні групи за спільними ознаками.

Найдавніша система біологічної класифікації належить давньогрецькому філософу Аристотелю. Він уперше спробував розподілити тварин на групи за спорідненими ознаками. Основою його класифікації був спосіб пересування тварин у різноманітних середовищах існування (землею, водою чи повітрям).

Відтоді з'явилася не одна класифікація, якою користувався науковий світ.

Проте класифікації постійно змінюються. Адже наука рухається вперед. З'являються нові дані. І чим краще наукова спільнота розумітиме, як побудована новітня система біорізноманіття, тим більше корисного для людства можна отримати із цих знань.

### Класифікації у фізиці та астрономії

У фізиці класифікують типи взаємодій між тілами: гравітаційні (притягання тіл до Землі), електричні (виникнення блискавки), сильні (перетворення ядер атомів у ядерних реакторах) та слабкі (народження та розпад елементарних частинок), різноманітні фізичні властивості тіл або явищ (довжина, маса, швидкість, час) тощо (мал. 8.1).

В астрономії займаються класифікаціями планет, зір, галактик та інших космічних об'єктів. Така класифікація дозволяє відтворити еволюцію Всесвіту загалом і нашої Сонячної системи зокрема.

### Класифікації в географії

Ще одним прикладом класифікації є класифікація гірських порід і мінералів, яких налічується близько 3000 видів. Усі вони різні за своїми властивостями: колір, блиск, густина; твердість, розчинні або



#### Поміркуйте

- За якими ознаками діти поділяються на класи?
- Що можна назвати класифікацією?



#### Пригадайте

- На які групи поділяють об'єкти природи?
- У чому полягає різниця між ними?
- Які групи корисних копалин ви знаєте? Які з них видобувають у вашому регіоні?

Контактні сили:



Сила поштовху



Сила пружності



Підйомна сила



Сила тертя



Сила реакції опори

Безконтактні сили:



Магнітна сила

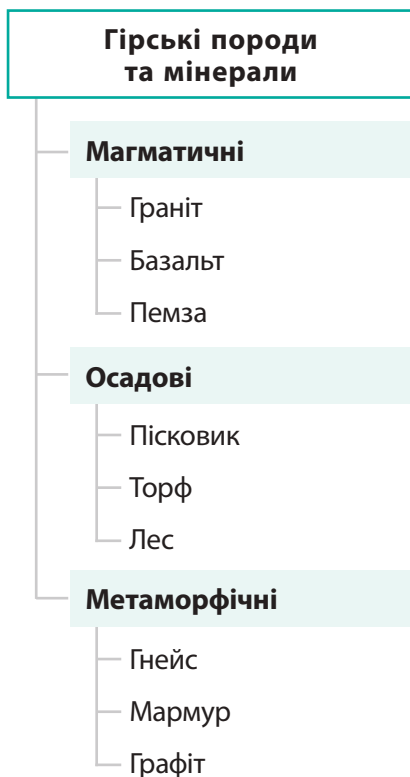


Електрична сила



Сила тяжіння

**Мал. 8.1.** Класифікація сил на контактні й безконтактні у фізиці



Класифікація гірських порід і мінералів за походженням



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Навіщо потрібні класифікації?
2. На які групи й за якою ознакою поділяють тіла Сонячної системи?
3. Чому біологічна класифікація Аристотеля відрізняється від сучасних?
- 4\*. Із якою метою класифікації переглядаються й оновлюються?
- 5\*. Проведіть дослідження на тему «Класифікація тіл і явищ природи за різними ознаками». За результатами роботи створіть гру-сортування й презентуйте її однокласникам / однокласницям.

нерозчинні, горючі й негорючі тощо. Але їх можна згрупувати за декількома ознаками: за походженням або умовами утворення, мінеральним та хімічним складом, властивостями тощо.

Також у географії широко використовується класифікація корисних копалин — гірських порід, які люди видобувають із надр землі та використовують у повсякденні. Ознакою для розподілу є саме їхнє подальше використання: паливні, що використовують для видобутку теплової енергії; рудні, які є сировиною для металургійної промисловості; нерудні, що слугують хімічною, будівельною та технічною сировиною.

### Класифікації у хімії

У хімії класифікують речовини за різними ознаками, зокрема на прості та складні.

Також класифікують хімічні реакції, що відбуваються між речовинами за різних умов.

### Дізнайтеся більше

Аристотель за своє життя описав 482 види тварин, виділивши декілька груп на підставі протилежних ознак: кровоносні — безкровні, крилаті — безкрилі. І через це птахи, метелики та кажани опинилися в одній групі, хоча мають суттєві фізіологічні відмінності. Ця класифікація мала ще один цікавий недолік. Серед тварин, визначених Аристотелем, велика кількість була описана ним особисто. Але він використав також описи інших людей, у яких була дуже багата фантазія. Тому з'явилися поруч із точними описами тварин описи фантастичних істот, яких ніхто ніколи не бачив, зокрема кентавра.



### Ключова ідея

Класифікація — це розподіл речей, тіл, об'єктів, явищ на різні групи за спільними ознаками. Існують різноманітні види класифікацій: біологічні, географічні, хімічні тощо.



## §9. Моделювання

### Модель

Можливо, ви бачили моделі молекул речовин або самостійно виготовляли моделі машин, літаків чи інших механізмів, тобто займалися моделюванням (мал. 9.1).

**Моделювання** — це процес створення моделі для подальшого дослідження об'єкта (процесу, явища).

Що ж таке модель?

Якщо звернутися до енциклопедії, то там ми прочитаємо, що **модель** — це зменшене або спрощене відтворення об'єкта, який відображає основні принципи його будови або функціонування цього об'єкта.

За класифікацією моделі можна розділити на такі групи: моделі предметні (або матеріальні) та інформаційні моделі.

Матеріальні моделі відтворюють фізичні, геометричні та інші властивості об'єктів моделювання. Сюди належать глобус, модель вірусу, макет пароплава тощо (мал. 9.2).

До інформаційних моделей належать різноманітні карти, схеми, креслення, графіки й таблиці.

### Моделювання в біології

Завдяки методу моделювання в біології досліджують об'єкти живої природи. Його застосовують тоді, коли використовувати оригінал об'єкта практично неможливо. Тоді створюють **муляжі** — натурального розміру зліпки з гіпсу, воску, парафіну тощо, які максимально точно відтворюють форми предметів (мал. 9.3). На уроках «Я досліджую світ» ви



**Мал. 9.1.** Виготовлена власноруч модель літака із цупкого картону



**Мал. 9.2.** Учень із деталей збирає модель молекули речовини



### Поміркуйте

Для чого перед початком будівництва виготовляють майбутні будинки з паперу й картону?



### Пригадайте

- Для чого виготовляють моделі внутрішніх органів людини?
- У яких випадках використовують глобус?
- Чи можна вважати «міста» з мокрого піску моделями?



**Мал. 9.3.** Модель «Система органів тіла людини»



**Мал. 9.4.** За допомогою гербарію можна вивчати рослини



**Мал. 9.5.** Глобус Бехайма



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке моделювання? Наведіть приклади моделей об'єктів. Де їх використовують?
2. Наведіть приклади моделей явищ чи процесів.
- 3\*. Діти виготовляли модель квіткової рослини. Стебло зробили з тоненького дроту, листки — з картону, квітку — з ниток і великих намистин.  
А коли завершили роботу над моделлю, виявилось, що квітка не тримається рівно, а хилиться, наче зів'яла. Діти зрозуміли, що припустилися помилки. Що, на вашу думку, діти зробили неправильно?

неодноразово бачили моделі квіток, органів людини, муляжі плодів, гербарій рослин — це матеріальні моделі (мал. 9.4).

У сучасній біології досить часто використовують метод комп'ютерного 3D-моделювання. Він дозволяє за короткий час дослідити процеси, які відбуваються впродовж місяців, років і навіть століть. До прикладу, ріст і розвиток організмів на Землі, діяльність окремих систем органів тощо.

### Моделювання в географії

**Глобус** — зменшена модель Землі, яка дає правильне уявлення про її форму, розташування материків і океанів, річок, міст, гір. За його допомогою можна на власні очі переконатися, як поширюється по поверхні Землі сонячне світло, і подивитися, як обертається сама Земля.

Найдавніший глобус, традиційна назва якого «земне яблуко», зберігся й до сьогодні. Його виготовив німецький географ і мандрівник Мартін Бехайм у 1492 році (мал. 9.5).

За розміром глобуси поділяють на великі (діаметр понад 120 см), середні (60 — 120 см) та малі (менші за 60 см). Діаметр Землі складає 12 742 км. Тому масштаби стандартних глобусів у мільйони разів менші за нашу реальну планету.

Скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа, виконайте проекти з моделювання природних явищ і об'єктів (на вибір).

1. Виготовлення саморобного глобуса (з пап'є-маше на м'ячі або повітряній кулі).
2. Виготовлення повітряного змія для визначення сили вітру.



### Ключова ідея

Модель — це зменшене або спрощене відтворення об'єкта, що відображає основні принципи будови або функціонування цього об'єкта. Моделювання — це процес створення та дослідження моделі або явища.

Глобус — це зменшена модель Землі.



## § 10. Інфографіка. КАРТИ

### Інформація

Термін «інформація» походить від латинського слова *informatio*, що означає відомості, роз'яснення. **Інформація** — це зміст, отриманий людиною із зовнішнього світу. Якщо людину цікавлять певні події, відомості і власних знань недостатньо, вона потребує додаткової інформації. Під час наукових досліджень чи роботи над проектом ми також шукаємо інформацію.

Сьогодні ми живемо в інформаційному суспільстві, яке отримує нові знання та ділиться інформацією через Інтернет. Віртуальний простір став місцем, де людина спілкується та навіть займається спортом.

### Інфографіка

Первісні люди також передавали знання не лише в усній формі. Вони залишили на стінах печер велику кількість малюнків та мап, які можуть уважатися першими зразками інфографіки. **Інфографіка** — це візуальне (графічне) представлення інформації, даних або знань у вигляді графіків, таблиць, діаграм, малюнків. Її використовують для швидкого та зрозумілого подання інформації (мал. 10.1).

Історичний пам'ятник Ньюспейпер-рок, так званий «Газетний камінь», розташований у південно-східній частині штату Юта на заході США, є прикладом старовинної інфографіки (мал. 10.2). Він створювався індіанцями Північної Америки для відображення подорожей минулих поколінь.



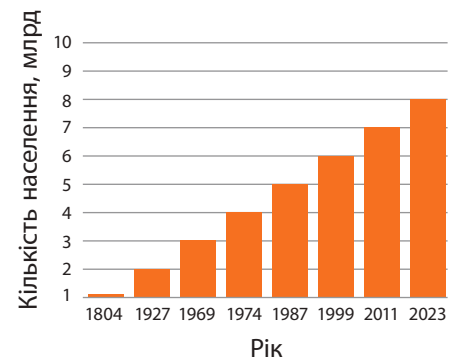
### Поміркуйте

Яку інформацію можна отримати з карти чи малюнка?



### Пригадайте

- Що таке план місцевості?
- Чим карта відрізняється від плану?
- Що таке масштаб?
- Що таке глобус?



Мал. 10.1. Зростання чисельності населення світу



Мал. 10.2. «Газетний камінь», США



Мал. 10.3. Карта світу



Мал. 10.4. Країни Європи



Мал. 10.5. Карта України

Створення інфографіки — це візуалізація даних. У зв'язку з появою програмних засобів інфографіка стає основним засобом донесення будь-якої інформації у вигляді зображень і мінімального обсягу тексту.

## Карти

Для більш точного та детального зображення земної поверхні використовують карти. *Карта* — це зменшене в декілька разів зображення на площині земної поверхні або її частини за допомогою умовних знаків. Залежно від того, що потрібно змоделювати в конкретному випадку у вигляді карти, створюють різні види карт.

За обсягом території карти поділяють на карти світу, півкуль, материків та їхніх частин, карти держав тощо (мал. 10.3–10.5).

За масштабом карти поділяють на дрібномасштабні (1:1 000 000 і менше), середньомасштабні (від 1:1 000 000 до 1:200 000) та великомасштабні (від 1:200 000 і більше).



### Робота в парях

Інформація на карті представлена у вигляді умовних позначень. Об'єднайтеся в пари та створіть по п'ять власних умовних позначень різних об'єктів на карті. Обміняйтеся малюнками та спробуйте "впізнати" позначені об'єкти.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке інфографіка?
2. На картах якого масштабу можна побачити більшу кількість об'єктів? Чому?
- 3\*. Що означає вираз «читати карту»? Яку «азбуку» при цьому ми використовуємо?
- 4\*. Ви плануєте подорож у далеку країну. Яку інформацію про неї можна отримати з фізичної карти материка, на якому розташована ця країна?

## Дізнайтеся більше

Карта в електронному вигляді називається цифровою. Сьогодні за допомогою цифрових карт прогнозують погоду, спостерігають за польотами літаків тощо. Прикладами таких карт є карти погоди, які можна знайти в інтернеті, або карти Google — географічна карта й супутникові знімки всього світу та багатьох об'єктів Сонячної системи.



### Ключова ідея

Інформація — це зміст, отриманий людиною із зовнішнього світу. Для швидкого та зрозумілого подання інформації використовують інфографіку у вигляді зображень, діаграм із мінімумом тексту. Карта — це зменшене зображення на площині земної поверхні або її частини за допомогою умовних знаків.



## § 11. Фізична величина

### Характеристики тіл

Змалечку, коли ми тільки-но починаємо рухатися та говорити, ми вже намагаємося пізнавати світ навколо себе. Це є результатом «дослідницької» діяльності, яку природно здійснює кожна дитина: треба обов'язково оглянути все довкруги, до чого можна, доторкнутися, а ще й усе потягнути до рота (мал. 11.1).

Результатом такої діяльності є набуття власного досвіду щодо властивостей або *характеристик* тіл, які нас оточують: м'якість або твердість, тепло або холод, колір, розміри тих чи інших тіл (насамперед іграшок) тощо.

### Фізичні величини

Серед різноманітних характеристик тіл, які усвідомила дитина, є ті, що можна виміряти за допомогою спеціальних пристроїв. Такі характеристики отримали назву *фізичні величини*.

Наприклад, м'якість або шорсткість іграшки виміряти неможливо — така характеристика є суто особистим відчуттям.

А от довжину іграшки можна виміряти за допомогою лінійки (мал. 11.2). І ця характеристика вже не залежить від власних відчуттів дитини та є об'єктивною характеристикою тіла.

Такою самою об'єктивною характеристикою будь-якого тіла є площа поверхні, об'єм, температура, маса та інші фізичні величини, що характеризують тіло та його стан.

Фізичні величини характеризують не лише тіла, але і явища природи (мал. 11.3, с. 32). Коли в новинах згадують негоду, то часто можна почути про швидкість вітру або кількість опадів. Наприклад: швидкість вітру 25 кілометрів на годину, вологість 20 відсотків, максимальна температура 22 °С.

Тож, *фізичні величини* — це загальні *характеристики тіл або явищ*. Фізична величина для кожного конкретного тіла або явища може набувати свого конкретного значення.

### Поміркуйте

- Якими характеристиками можна описати певне тіло, наприклад, стіл?
- За якими властивостями відрізняються тенісна й баскетбольна кулі?

### Пригадайте

- Що ви вимірюєте, коли ви застудилися?
- Яку величину вимірюють за допомогою терезів?
- Про яку характеристику олівця можна дізнатися за допомогою учнівської лінійки?



Мал. 11.1. Дитина пізнає навколишній світ



Мал. 11.2. За допомогою лінійки можна виміряти довжину кубиків



**Мал. 11.3.** Прогноз погоди — це набір фізичних величин, що характеризують атмосферні явища



**Мал. 11.4.** У багатьох навчальних класах є така лінійка довжиною 1 метр



Для відліку часу потрібно плин нашого буття зіставляти з будь-яким періодичними явищами. Для прадавніх людей такими явищами були зміна дня й ночі, зміна пори року, зміна вигляду Місяця. Які одиниці часу виникли через такі спостереження?



## Одиниці фізичних величин

Першими фізичними величинами, які стала використовувати людина, були відстань (довжина) й час.

Відстань у різних народів вимірювалися різними одиницями: політ стріли, денний перехід верблюда тощо. В Україні для вимірювання використовували частини людського тіла: лікоть, палець, ступня. Згодом спільна торговельна та господарська діяльність мешканців різних країн створила потребу в одиницях довжини, які були б однакові для всіх. Французькі науковці наприкінці XVII століття запропонували як одиницю довжини використовувати довжину певної частини земного меридіану. Так виникла одиниця довжини — *метр*. Для зручності зі сплаву платини й іридію був виготовлений еталон метра — металевий стрижень, що зберігається в спеціальному сховищі неподалік від передмістя Парижа — у *Міжнародній палаті мір та ваг*. Сьогодні переважна більшість країн світу використовує метр як одиницю довжини (мал. 11.4).

До одиниць довжини та часу треба додати одиницю маси — *кілограм*. За одиницю маси кілограм було обрано масу 1 кубічного дециметра (1 літра) води. Зі сплаву платини й іридію було виготовлено еталон маси, який також зберігається у тому ж сховищі, що й еталон метра.

Треба зазначити, що за останні кілька десятиріч років науковці створили більш точні еталони довжини, часу та маси.

## Міжнародна система фізичних величин (СІ, SI)

Скільки ж існує фізичних величин?

На перший погляд, характеристик тіл і явищ може бути досить багато. І, відповідно, фізичних величин також треба багато. Але науковці з'ясували, що для опису тіл і природних явищ потрібна невелика кількість *основних фізичних величин*. Інші фізичні величини можна отримати, використовуючи основні.

Наприклад, усім відома фізична величина швидкість руху. На уроках математики ви вже обчислювали швидкість руху різних тіл: відстань, що пройдена тілом, ви ділили на час, за який цю відстань було пройдено.





Тобто потрібно мати декілька основних фізичних величин, а інші величини можна отримати, виконуючи відповідні математичні операції: множення, ділення та інші.

Основні та всі інші фізичні величини складають систему, що отримала назву *Міжнародна система фізичних величин*, або *Система інтернаціональна, СІ* (французькою *Système International d'Unités, SI*).

Серед основних одиниць фізичних величин ми бачимо знайомі нам одиниці довжини, часу та маси. Одиниці температури нам теж знайомі, а з фізичними величинами — кількість речовини, сила струму та сила світла — ми ознайомимося в старших класах (мал. 11.5).

### Дізнайтеся більше

Усім вам відома фізична величина — градус за шкалою Цельсія — була винайдена швейцарським науковцем Андерсом Цельсієм, який запропонував температурну шкалу, у якій температура плавлення льоду приймалася за 100 градусів, а температура кипіння води — за 0 градусів.

У 1745 році, уже після смерті Цельсія, шкала була перевернута Карлом Ліннеєм: за 0 стали приймати температуру плавлення льоду, а за 100 — кипіння води. І в такому вигляді ця температурна шкала використовується й до сьогодні.



### Ключова ідея

Усі тіла та перебіг усіх природних явищ характеризуються відповідними фізичними величинами.

Існує сім основних фізичних величин. Усі інші величини можна отримати з основних за допомогою відповідних математичних операцій.

Усі фізичні величини мають відповідні одиниці, зведені до Міжнародної системи фізичних одиниць (СІ, SI). Також фізичні величини, що характеризують конкретне тіло або перебіг конкретного явища, мають числове значення.

СІ: основні  
фізичні  
величини



довжина



час



температура



маса



електричний  
струм



кількість  
речовини



сила  
світла

Мал. 11.5. Основні одиниці СІ



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке фізична величина?
2. Якими фізичними величинами ви можете описати себе?
3. Що таке Міжнародна система фізичних одиниць (Система інтернаціональна, СІ, SI)?
- 4\*. Скільки налічується основних фізичних величин?
- 5\*. Чи є основними такі фізичні величини, як швидкість руху, площа поверхні, об'єм? Чому?
- 6\*. Кілометр, сантиметр, дециметр, міліметр є похідними одиницями довжини від метра. Знайдіть самостійно або за допомогою дорослих, як утворюються ці одиниці.



## § 12. Вимірювання



### Поміркуйте

- Як можна порівняти ваш шлях від дому до школи з відстанню від школи до центральної площі міста або селища?



### Пригадайте

- Як виміряти довжину, наприклад, коридора?
- Як дізнатися про власні зріст та масу?
- Що потрібно, аби відміряти певну кількість води?
- Як визначити швидкість бігу на уроці фізкультури?



**Мал. 12.1.** Ширина калькулятора становить  $11\text{ см} - 4\text{ см} = 7\text{ см}$



Складіть алгоритм (план) вимірювання довжини тіла лінійкою. Додайте до нього умову, якщо неможливо прикласти до краю тіла позначку "0". Для підказки скористайтеся малюнком 12.1.

### Прямі вимірювання

Фізичні величини характеризують тіла або перебіг природних явищ. Окрім того, фізичні величини мають числове значення.

Оскільки йдеться про числове значення фізичних величин, треба наголосити, що ці значення можуть бути отримані лише в процесі *вимірювання*.

*Вимірювання фізичної величини* — це порівняння її з відповідною одиницею. Скажімо, виміряти довжину тіла — це встановити, у скільки разів ця довжина більша або менша за одиницю довжини метр. Якщо довжина тіла більша за метр, наприклад, у 2,5 рази, то ми говоримо, що довжина тіла складає 2,5 метри. А якщо довжина тіла менша метра у 2 рази, то в такому випадку ми кажемо, що довжина тіла становить  $1/2$ , або 0,5 метра, пів метра чи 50 сантиметрів.

Процес вимірювання не можливий без *вимірювальних приладів*. Для вимірювання довжини ми використовуємо лінійку або рулетку, для вимірювання часу — годинник або секундомір у смартфоні, для вимірювання маси — терези.

Щоб результат вимірювання був правильним, під час вимірювань треба виконати певні правила.

Так само ми вимірюємо проміжки часу за допомогою годинника.

Видатний учений Дмитро Менделєєв колись зазначав: «Наука починається там, де починають вимірювати». Тобто вимірювання є вихідним пунктом будь-яких наукових досліджень.

І не лише наукових. У повсякденному житті ми доволі часто вимірюємо відстань, температуру, масу та інші фізичні величини.

Під час приготування їжі треба відміряти певну кількість води та борошна, час випікання пирогів або приготування борщу. Ці дії пов'язані з *прямими вимірюваннями* — коли ми відразу, у процесі вимірювання, отримуємо певне значення вимірюваної величини: об'єм води або борошна, час приготування їжі, власний зріст або масу (мал. 12.2).

Зручність прямих вимірювань полягає в тому, що ми одночасно отримуємо числове значення вимірюваної величини.



Але не всі величини можна виміряти напряму.

### Непрямі вимірювання

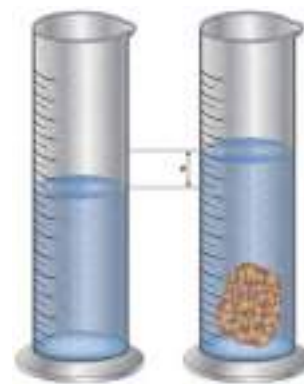
На уроках фізкультури ви складаєте різноманітні нормативи. Так, наприклад, норматив зі швидкості бігу на дистанцію 30 м становить приблизно 6 секунд. Дистанцію та час можна виміряти напряму (рулеткою та секундоміром), а от швидкість бігу треба розраховувати за даними прямих вимірювань.

У цьому випадку швидкість — результат **непрямих вимірювань**. Якщо ми поділимо довжину дистанції 30 метрів на нормативний час забігу 6 секунд, то отримаємо розраховану швидкість бігу 5 метрів на секунду:

$$\text{швидкість бігу} = \frac{\text{довжина дистанції}}{\text{час бігу}} = \frac{30 \text{ м}}{6 \text{ с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Під час будь-яких досліджень людина доволі часто стикається з необхідністю проведення непрямих вимірювань. Наприклад, за даними вимірювань розмірів земельних ділянок обчислюють їхню площу. У будівництві обчислюють об'єм будівлі за її розмірами: шириною, довжиною та висотою. І таких прикладів непрямих вимірювань досить багато.

Про точність та похибки вимірювань ви можете ознайомитися, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.



**Мал. 12.2.** За допомогою мірного циліндра можна напряму виміряти об'єм тіла за тим, наскільки піднявся рівень води після занурення тіла



**Мал. 12.3.** Аби здати норматив на уроці фізкультури, потрібно бігти з певною швидкістю



### Ключова ідея

Фізичні величини вимірюють, щоб отримати числове значення цих величин. Вимірювання — це процес порівняння вимірюваної фізичної величини з її одиницею та є невід'ємною складовою наукових досліджень.

Вимірювання здійснюють за допомогою вимірювальних пристроїв. Найпростіші вимірювальні пристрої: лінійка, годинник, терези.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що значить виміряти фізичну величину?
2. За допомогою яких приладів здійснюються вимірювання? Наведіть приклади.
3. Чим відрізняються прямі та непрямі вимірювання? Наведіть приклади з власного досвіду.
- 4\*. Назвіть вимірювання, які робите вдома ви чи дорослі.

## § 13. Прикладне значення природничих наук



### Поміркуйте

- Навіщо людина досліджує навколишній світ?
- Яким було б наше життя без того, що дали людству природничі науки?
- Що таке, на вашу думку, «природничо-наукова грамотність»?

### Пригадайте

- Які природничі науки ви знаєте?
- Що об'єднує всі природничі науки?
- Що вивчає кожна з названих вами наук?



**Мал. 13.1.** Геохімія досліджує хімічний склад мінералів



**Мал. 13.2.** Вівця Доллі — перша успішно клонувана тварина

### Розвиток природничих наук

Між науками, що вивчають природу, існують тісні взаємозв'язки.

Коли ми називали природничі науки, то говорили про об'єкти та явища, які ці науки досліджують. Так, фізика вивчає будову та взаємодію тіл і різноманітні явища неживої природи, біологія — наука про тіла живої природи, хімія — наука про будову й перетворення речовин. Але чіткого розподілу, що саме має вивчати кожна наука, не існує. Наприклад, рослинний покрив Землі досліджують і біологія, і географія. У середині XIX століття почала формуватися біохімія — наука про хімічний склад живих організмів та про хімічні процеси, що відбуваються в них. А геохімія — наука, що вивчає хімічний склад Землі, — виникла на початку XX століття (мал. 13.1).

Об'єкти та явища, що вивчають ці науки, ті самі, що й у «класичних» природничих наук. Новим є те, що методи дослідження, притаманні одним наукам, застосовують на «полях діяльності» інших наук.

Останніми десятиліттями завдяки досягненням насамперед фізики, хімії та біології виникли новітні напрямки наукових досліджень: молекулярна біологія, біофізика, астробіологія. Людство опановує нові технології, які раніше вважали фантастичними: клонування живих організмів, маніпулювання окремими атомами та молекулами, створення й використання наноматеріалів тощо (мал. 13.2).

### Прикладні наукові дослідження

Сьогодні природничі науки відіграють провідну роль у розвитку нашого суспільства. Особливе значення мають так звані прикладні дослідження. **Прикладні наукові дослідження** — це теоретичні й експериментальні наукові дослідження, спрямовані на одержання й використання нових знань для практичних цілей, як-от: створення нових ліків, збільшення врожайності рослин, поліпшення стану навколишнього середовища тощо.

Результатом прикладних наукових досліджень є нові знання, що уможливають створення нових



або вдосконалення існуючих матеріалів, продуктів, пристроїв, методів, технологій (мал. 13.3). Наприклад, обладнання, створене для наукових досліджень, застосовують у різних галузях життя (мал. 13.4). Так, лазерні промені лікарі-офтальмологи використовують під час операцій як інструмент замість скальпеля, а за допомогою вимірювальних приладів і інструментів можна аналізувати склад крові й хімічний уміст їжі.

Майже вся сучасна техніка певним чином використовує відкриті природничими науками явища чи закони, як, приміром, дослідження в галузі мікрохвиль застосовують у побуті для швидкого приготування їжі.



**Мал. 13.3.** Створення ліків потребує великої кількості досліджень



**Мал. 13.4.** Рентгенівські промені, відкриті наприкінці XIX століття, сьогодні використовують для флюорографії

### Дізнайтеся більше



**Іван Павлович Пулюй**  
(1845–1918)

Видатний український учений  
Сьогодні багато науковців уважають, що першим X-промені (рентгенівські промені) відкрив не Вільгельм Рентген, а Іван Пулюй, який уперше застосував і дослідив їх 1892 року.

### Дізнайтеся більше



**Свгенія Борисівна Патон**  
(1956–2009)

Українська біологиня

Працювала в галузі генетичної інженерії та біотехнології рослин.



### Ключова ідея

Класичні й новітні природничі науки досліджують живу та неживу природу. Пізнання природи є основою сучасної цивілізації з досягненнями в електроніці, зв'язку, техніці, транспорті, будівництві, тваринництві, рослинництві, збереженні здоров'я та інших сферах життя.

Прикладні наукові дослідження спрямовані на одержання й використання нових знань для практичних цілей.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Чому виникають нові природничі науки?
2. Для чого потрібні прикладні наукові дослідження?
- 3\*. Що, на вашу думку, означає вираз видатного фізика XX століття Альберта Ейнштейна: «Ти ніколи не розв'яжеш проблему, якщо думатимеш так само, як ті, хто її створив»?
- 4\*. Дослідники в галузі яких наук об'єднали свої зусилля, аби люди могли використовувати навігатор (GPS) у мобільному телефоні?

- 1** Діти мріють про свої майбутні професії. Які оболонки Землі (геосфери) в майбутньому вони хочуть вивчати?

**Віка:** Я хочу ходити в експедиції та знаходити різні корисні копалини.

**Сергій:** Я мрію працювати на метеостанції.

**Олена:** Я мрію досліджувати рослини, що зникають.

**Степан:** Я хочу вивчати річки й озера.

- 2** Запропонуйте варіант використання людством будь-якого явища природи для своїх потреб.

- 3** Із-поміж переліку методів наукових досліджень визначте експериментальні та теоретичні.

*Спостереження, інтерв'ю, анкетування, опитування, тестування, фотографування, вимірювання, порівняння, експеримент, лабораторний дослід, аналіз, моделювання.*

- 4** Уявіть, що науковці змогли поспілкуватися з нашою планетою про проблеми, які її турбують. На що саме скаржилася Земля? Які природничі науки займаються вирішенням таких питань?

- 5** Яна й Олег стоять біля нових автоматичних дверей магазину. Хлопчик дивиться, як ці двері відчиняються перед кожним покупцем і зачиняються за ним. А дівчина повільно наближається до дверей — її цікавить, на яку відстань треба підійти, щоб автоматика спрацювала. Хто з дітей здійснює експеримент, а хто — спостереження? Обґрунтуйте свою відповідь.

## РОБОТА В ПАРАХ

- 6** Об'єднайтеся в пари та проведіть опитування серед однокласників за одним із запитань: улюблені види спорту, хобі, скільки часу витрачають на читання книжок щодня тощо.

Поміркуйте, як наочно можна подати отриману інформацію. Визначте, яку інфографіку найкраще застосувати, та презентуйте результати анкетування. (Це завдання можна виконувати в парах або малих групах.)

- 7** Об'єднайтеся в пари та проведіть дослідження «Спостереження за змінами в навколишньому середовищі, що відбуваються впродовж вибраного періоду (доба, тиждень тощо)».

Підготуйте презентацію або напишіть есе за результатами роботи.

## ПРОЄКТНА ДІЯЛЬНІСТЬ

### Виготовлення лепбуку «Жива й нежива природа навколо нас»

Завдання можна виконувати в парах або малих групах.

*Гіпотеза дослідження:* у повсякденному житті важливими є об'єкти як живої, так і неживої природи.

*Вам знадобляться:* папка або ватман формату А3, різнокольоровий папір, ножиці, лінійка, олівці, маркери, клей, принтер.

#### План проєкту

1. Дослідити об'єкти живої та неживої природи.
2. Підготувати зображення досліджуваних об'єктів (світлини, малярки, вирізки із журналів тощо).
3. Виготовити папку й допоміжні елементи для презентації.
4. Презентувати проєкт.

#### Порядок виконання роботи

1. Визначте об'єкти живої та неживої природи, які будуть досліджуватися, та запишіть їхні назви.
2. Знайдіть зображення обраних об'єктів в Інтернеті чи журналах або намалюйте їх чи зробіть фотографії. За необхідності надрукуйте зображення на принтері.
3. Визначте й запишіть найважливіші характеристики досліджуваних об'єктів. За потреби створіть порівняльну таблицю.
3. Створіть лепбук за власним дизайном, розподіляючи об'єкти живої та неживої природи у виготовлені з кольорового паперу кишеньки. Додайте потрібні записи, що характеризують досліджувані об'єкти.
4. Підготуйте презентацію за створеним лепбуком та захистіть свій проєкт перед класом або в групі.
5. Зробіть висновок щодо результатів проєктної діяльності.

## МИ ЗАЇНУРЮЄМОСЯ У СВІТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК



- Назвіть 3 факти, які ви дізналися з розділу.
- Наскільки важливим є ті завдання, які ви виконали?
- Де ви зможете використати знання з вивченого розділу?
- Під час вивченого матеріалу ви досягли певних успіхів. Що ви робили для цього?
- Де вам знадобиться новий досвід?
- Із якими перешкодами ви зіткнулися під час опанування розділу? Як ви подолали труднощі?

# Розділ 2. Досліджуємо світ навколо себе

## § 14. АТОМИ. Молекули. Речовини. Різноманітність речовин

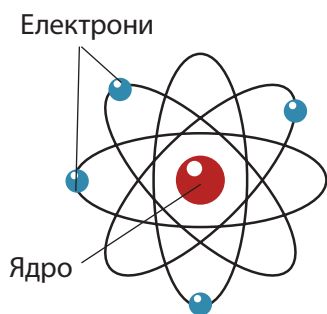


### **Поміркуйте**

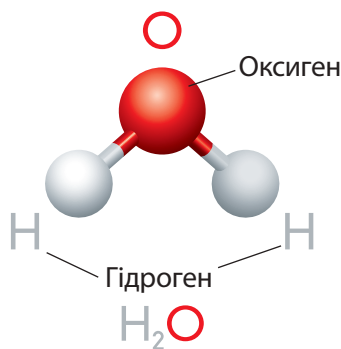
Із чого складаються речі, що нас оточують?

### **Пригадайте**

- У яких агрегатних станах можуть перебувати речовини?
- У яких агрегатних станах перебуває вода на нашій планеті? Як називають воду в цих станах?



**Мал. 14.1.** Планетарна модель атома



**Мал. 14.2.** Модель та формула молекули води

### **АТОМИ**

У початковій школі ви дізналися, що всі тіла складаються з дуже маленьких частинок, які неможливо побачити неозброєним оком. Ці частинки називають атомами. **Атоми** — це частинки, із яких складаються всі тіла навколо нас і навіть ми самі.

Про існування атомів здогадувалися ще мислителі Давньої Греції. Грецьке слово «атомос» означає «неподільний». Але вони не володіли знаннями про будову атома. Сьогодні достеменно відомо, що атом складається з позитивно зарядженого ядра та негативно заряджених електронів, що обертаються навколо нього. Одна зі спрощених моделей атома чимось нагадує будову Сонячної системи. Вона так і називається — планетарна модель атома (мал. 14.1).

Позитивний заряд ядра (+) компенсується негативним зарядом усіх електронів (-), тому сам атом електричного заряду не має (є електронейтральним).

Існує 118 різновидів атомів: більшість із них трапляються в природі, а деякі були добуті науковцями штучно під час експериментів. Кожен вид атомів має свою назву та позначення (хімічний символ, утворений із перших літер латинської назви). Наприклад: Оксиген (O), Гідроген (H), Нітроген (N), Карбон (C), Кальцій (Ca). Назви атомів завжди пишуть із великої літери.

Атоми надзвичайно малі. Уявіть, якщо яблуко збільшити до розмірів Землі, то збільшений у стільки ж разів атом буде мати розмір яблука.

### **Молекули**

Атоми можуть сполучатися між собою й утворювати молекули. Давньогрецький філософ Демокріт уважав, що всі атоми мають гачки, за допомогою яких вони з'єднуються. Насправді ніяких гачків в атомів немає, а в молекули вони сполучаються особливими хімічними зв'язками.

**Молекула** — це найменша частина речовини, яка зберігає властивості цієї речовини.

Молекули кожної речовини мають свою будову, яку позначають спеціальними хімічними формулами. Ці





формули показують, із яких атомів складається речовина і скільки атомів кожного виду міститься у складі молекули цієї речовини. Наприклад: молекула води утворена двома атомами Гідрогену й одним атомом Оксигену та має відому формулу —  $\text{H}_2\text{O}$  (мал. 14.2).

Молекули дуже малі. Уявіть: в одній краплині води містяться мільярди мільярдів молекул!

### Речовини

Усі тіла навколо нас складаються з *речовин*. Деякі з них створила природа (пісок, вода), а деякі — людина (пластмаса, скло, гума) (мал. 14.3 і 14.4).

Усі речовини поділяють на *прості* та *складні*.

Таблиця 1. Класифікація речовин за складом

Прості	Складні
азот ( $\text{N}_2$ )	вода ( $\text{H}_2\text{O}$ )
водень ( $\text{H}_2$ )	вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ )
залізо ( $\text{Fe}$ )	крейда ( $\text{CaCO}_3$ )
кисень ( $\text{O}_2$ )	кухонна сіль ( $\text{NaCl}$ )
озон ( $\text{O}_3$ )	спирт ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )
сірка ( $\text{S}_8$ )	харчова сода ( $\text{NaHCO}_3$ )

Як видно з таблиці, прості речовини утворені однаковими атомами, а складні — різними. Складних речовин існує значно більше, ніж простих. Це пояснюється тим, що різні види атомів можуть сполучатися один з одним у різних варіантах.

Є речовини, молекули яких утворені невеликою кількістю атомів, — це кисень ( $\text{O}_2$ ), вода ( $\text{H}_2\text{O}$ ), азот ( $\text{N}_2$ ), вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) тощо. А існують великі молекули, у складі яких міститься багато різних атомів — сахароза, або цукор ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), глюкоза ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ), аспірин ( $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ) тощо.

Речовини, із яких утворені тіла неживої природи, називають *неорганічними*. До таких речовин належать відомі вам вода, сіль, крейда. Багато природних неорганічних речовин використовується людством. Так, вуглець, що є складником корисної копалини вугілля, — це паливо; фосфор і сірку застосовують для виготовлення сірників; водень є екологічно чистим паливом тощо.

*Органічні речовини* утворюються в процесах життєдіяльності рослин та тварин. Також органічні речовини



Мал. 14.3. Деревина складається з речовин природного походження

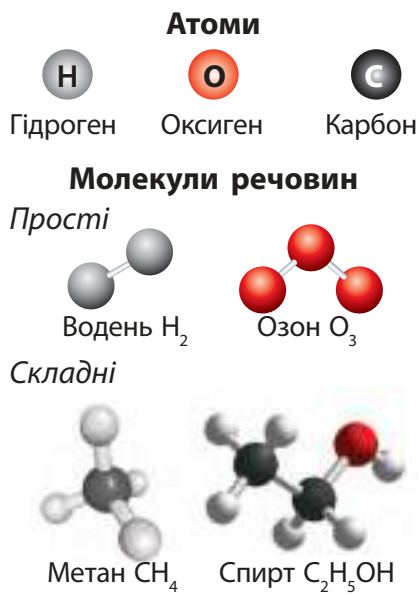


Мал. 14.4. Поліетилен — речовина, створена людиною

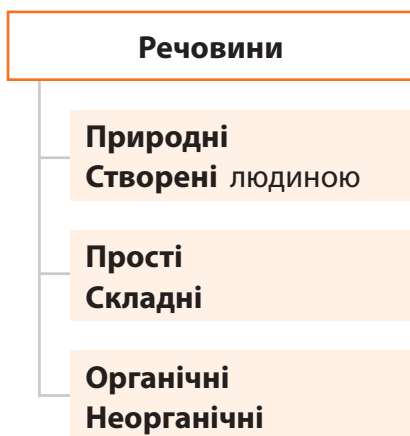


### Робота в парях

Об'єднайтеся в пари та по черзі називайте речовини, із яких складаються тіла, що є в класі. Називайте, органічні вони чи неорганічні.



**Мал. 14.5.** У природи замість деталей конструктора — атоми



**Запитання для повторення й засвоєння**

1. Чи справді атом є неподільним, як уважали в давнину?
2. Чи має атом заряд? Чому?
3. Чому назви атомів і речовин записують по-різному?
4. На прикладах поясніть, чим прості речовини відрізняються від складних.

синтезуються науковцями в лабораторіях. У молекулах органічних речовин обов'язково наявні атоми Карбону. Прикладами органічних речовин є білки, жири, вуглеводи — складники живих організмів (у тому числі людини), вони також є у складі нашої їжі.

Атоми, молекули та речовини вивчає наука **хімія**.

**Різноманітність речовин**

Шість цеглинок «Лего» можна скласти багатьма способами. Так само відбувається і з атомами (мал. 14.5). Але їх не шість, а значно більше. Речовин, утворених цими природними «цеглинками», існує величезна кількість — понад 50 мільйонів! І щороку науковці створюють нові речовини.

Є речовини, схожі зовні (як сіль і цукор), але вони мають зовсім різний смак. Речовини відрізняються за певними ознаками: кольором, смаком, твердістю, розчинністю у воді, агрегатним станом, здатністю взаємодіяти з іншими речовинами, проводити тепло тощо.

Усі ці ознаки називають **властивостями речовин** і поділяють на фізичні й хімічні. Детальніше ви вивчатимете їх на уроках фізики та хімії.

**Дізнайтеся більше**

Молекули можуть складатися з великої кількості різних атомів. Наприклад, молекула вітаміну  $V_{12}$  має ось таку формулу —  $C_{63}H_{88}CoN_{14}O_{14}P$ .

Однією з речовин, які значно дорожчі за золото, є каліфорній. Він не трапляється в природі, його добувають менше одного грама на рік у лабораторіях. Вартість каліфорнію сягає 27 мільйонів доларів за 1 грам!



**Ключова ідея**

Усі тіла у Всесвіті утворені з атомів, які складаються з ядра та електронів. Ядро атома має позитивний заряд (+), а електрони — негативний (-).

Молекули складаються як із однакових атомів, так і з різних. Речовини поділяють на природні та створені людиною, прості та складні, органічні та неорганічні.



## § 15. Поширеність атомів різних видів у природі



### Поширеність атомів у природі

У природі трапляється 88 видів атомів. У Всесвіті та на Землі вони поширені нерівномірно.

У Всесвіті найбільше атомів Гідрогену (H). Вони містяться в міжзоряному просторі та у складі зір. А на Землі найпоширенішими є атоми Оксигену — на них припадає майже половина маси земної кори.

Наша планета має чотири основні оболонки: літосферу, гідросферу, атмосферу та біосферу. Вони відрізняються не лише за своїми властивостями, а й за поширеністю в них різних атомів.

### Поширеність атомів у літосфері

Як видно з Діаграми 1, у складі літосфери переважають атоми двох видів — атоми Оксигену та Силіцію. Це пояснюється тим, що основними компонентами літосфери є граніт і базальт, які мають формулу  $\text{SiO}_2$ .

Також у літосфері багато глини, яка складається з атомів Алюмінію та Оксигену. А ще в земній корі є поклади залізної руди, одним із компонентів якої є атоми Феруму (Fe).

### Поширеність атомів у гідросфері

Ця оболонка нашої планети майже повністю складається із води ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Тому й не дивно, що в гідросфері переважають (за масою) атоми Оксигену (O) й Гідрогену (H) (Діаграма 2, с. 44).

### Поширеність атомів в атмосфері

Атмосфера нашої планети — це суміш різних газоподібних речовин. Попри те, що маса атмосфери становить лише одну мільйонну частку від маси Землі, вона відіграє важливу роль у багатьох природних процесах.

Як видно з Діаграми 3 на с. 44, у складі повітря найбільше атомів Нітрогену й Оксигену, які утворюють, відповідно, молекули газів азоту ( $\text{N}_2$ ) й кисню ( $\text{O}_2$ ). В атмосфері також є атоми Аргону (Ar), молекули вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) та води в газоподібному стані (водяна пара) тощо (мал. 15.1, с. 44).



### Поміркуйте

Атомів якого виду найбільше на Землі?



### Пригадайте

- Що таке літосфера?
- Із чого складається гідросфера?
- Який склад атмосфери?
- Що називають біосферою?



Діаграма 1. Поширеність атомів у літосфері (за масою)



### Виконайте самостійно або із дорослими

На мапі України знайдіть місця розташування корисних копалин із найбільшим умістом атомів Феруму в літосфері.



**Діаграма 2.** Поширеність атомів у гідросфері (за масою)



**Діаграма 3.** Поширеність атомів в атмосфері (за масою)



**Діаграма 4.** Поширеність атомів у біосфері (за масою)



**Мал. 15.1.** Хмари — це скупчення молекул води

### Поширеність атомів у біосфері

На Землі живі організми мешкають у ґрунті, воді, на поверхні планети та в повітрі. Усі організми складаються здебільшого з органічних речовин, а з неорганічних у біосфері переважає вода. Атоми Карбону (C) містяться в усіх молекулах органічних речовин. Атоми Гідрогену (H) та Оксигену (O) містяться у складі більшості органічних сполук, зокрема білків, жирів і вуглеводів (Діаграма 4). Також у живих організмах є атоми Нітрогену (N), Фосфору (P), Сульфуру (S).

Усі ці атоми є основою життя на планеті й необхідні для життєдіяльності організмів.

Атоми Карбону (C) утворюють своєрідний скелет у молекулах органічних речовин. Атоми Оксигену (O) у складі кисню беруть участь у процесах дихання, фотосинтезу та гниття органічних решток. Життя неможливе без води (атомів Гідрогену й Оксигену), а рослинам потрібні поживні речовини з ґрунту (атомів Нітрогену, Фосфору тощо).

Атоми в біосфері перебувають у безперервному русі, переходячи від неорганічних речовин до органічних і навпаки. Так, із ґрунту, повітря й води атоми у складі неорганічних речовин надходять до рослин, які перетворюють ці речовини на органічні. Рослинами харчуються рослиноїдні тварини, яких поїдають хижаки. А бактерії перетворюють усі органічні рештки на неорганічні речовини.



### Ключова ідея

Атоми у Всесвіті та на Землі поширені нерівномірно. Гідроген (H) переважає в космосі, а на Землі найпоширенішими є атоми Оксигену (O). Оболонки Землі суттєво відрізняються між собою за поширенням у них різних видів атомів.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Яких атомів найбільше в літосфері?
2. Які гази є в атмосфері? Із яких атомів вони складаються?
- 3\*. Людина також належить до біосфери. Чи відрізняється склад нашого організму від інших біологічних об'єктів?



## § 16. Матеріальні та віртуальні моделі структурних частинок речовини

### Моделювання атомів і молекул

Зазвичай моделі є зменшеними копіями реальних об'єктів. Проте, коли йдеться про атоми й молекули, усе відбувається навпаки. Оскільки реальні розміри цих частинок надзвичайно малі, то під час створення моделей їхні розміри збільшують у мільярди разів.

### Матеріальні моделі

*Матеріальними* називають моделі об'єктів або явищ, що подаються у вигляді їхніх предметних копій.

Іграшки, опудала тварин і птахів, муляжі фруктів та овочів, манекени, глобус, макет будинку — усе це приклади матеріальних моделей (мал. 16.1). Тобто матеріальні моделі ми можемо взяти в руки, оглянути з усіх боків і відчутти, якими вони є на дотик.

Такі моделі можна створити й для атомів і молекул. Для моделювання можна використати вже готові деталі конструкторів, які є в магазинах (мал. 16.2 і 16.3).

Моделі молекул можна виготовити з підручних матеріалів: пластиліну, зубочисток, трубочок для напоїв, горіхів тощо.

Матеріальні моделі можуть бути двох видів: *статичні* та *динамічні*.

У статичних моделях елементи міцно з'єднані між собою та майже не рухаються один відносно одного (мал. 16.4).

У динамічних моделях елементи можуть рухатися один відносно одного.



### Поміркуйте

Як можна досліджувати атоми без мікроскопа?



### Пригадайте

- Які розміри мають атоми й молекули?
- Як утворюються молекули?

### Моделі реальних об'єктів (тіл)

Матеріальні

Віртуальні



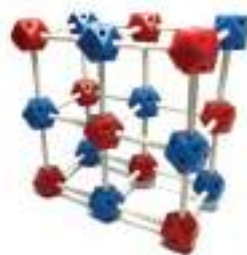
Мал. 16.1. Макет будинку — матеріальна модель



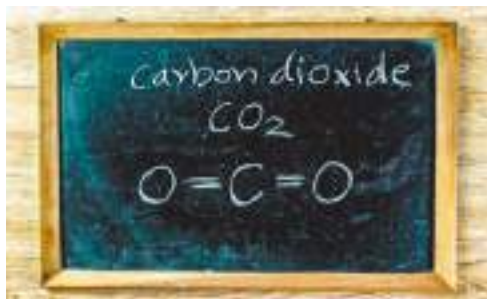
Мал. 16.2. Конструктор для створення матеріальних моделей молекул



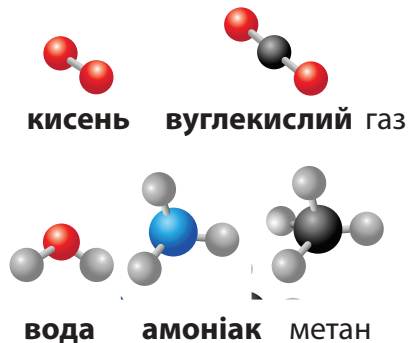
Мал. 16.3. Модель, виготовлена за допомогою магнітного конструктора



Мал. 16.4. Статична модель кристала кухонної солі (NaCl)



**Мал. 16.5.** Формула молекули вуглекислого газу — віртуальна модель



**Мал. 16.6.** Віртуальні моделі молекул деяких речовин



### Робота в групах

Використовуючи різнокольоровий пластилін та зубочистки (сірники), виготовте моделі молекул кисню, води, вуглекислого газу, амоніаку, метану.

### Дізнайтеся більше

Віртуальними моделями є й давні наскельні зображення, що збереглися до наших днів у Національному історико-археологічному заповіднику «Кам'яна Могила» поблизу міста Мелітополь.



За припущеннями археологів, найдавніші малюнки були створені ще в кам'яну добу (22–14 тисячоліття до нашої ери).



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що роблять із розмірами об'єктів під час виготовлення моделей?
2. Чим матеріальні моделі відрізняються від віртуальних?
- 3\*. Чи можна перетворити віртуальну модель на матеріальну?
- 4\*. Створіть матеріальну модель молекули речовини (на вибір): кисень ( $O_2$ ), вода ( $H_2O$ ), вуглекислий газ ( $CO_2$ ), озон ( $O_3$ ), амоніак ( $NH_3$ ), метан ( $CH_4$ ).

Можна використати: пластилін, горіхи, сірники, спагеті, солоне тісто, жолуді тощо.

### Віртуальні моделі

*Віртуальні моделі* об'єктів або явищ подають у вигляді їхніх описів. Такі моделі не можна потримати в руках, але вони надають певну інформацію про об'єкт, тому їх ще називають інформаційними.

Наприклад, планета Земля в Google, портрет науковиці, фотографія гриба — усе це віртуальні моделі.

Існують віртуальні моделі й для структурних частинок речовин. Це назви і формули речовин, назви і символи атомів та їхні графічні моделі. Графічні моделі можуть бути зображені на аркуші, у зошиті, на шкільній дошці (мал. 16.5).

Сьогодні віртуальні моделі атомів і молекул створюють за допомогою комп'ютерних програм (мал. 16.6).



### Ключова ідея

Моделі — це здебільшого зменшені копії реальних об'єктів. Атоми та молекули мають надзвичайно малі розміри, тому їхні моделі виготовляють у значно збільшеному вигляді.

Матеріальні моделі можна взяти в руки, відчутти їх на дотик. Віртуальні моделі є переважно графічними або створеними за допомогою комп'ютерних програм.



## § 17. Розчини. Суспензії

### Поняття про розчини

Процеси розчинення речовин є надзвичайно важливими в нашому щоденному житті, природних процесах, наукових лабораторних дослідженнях і промисловості.

Соки рослин і всі інші напої, які ми п'ємо, — це розчини. Засвоєння поживних речовин в організмі залежить від процесів розчинення, адже кров, лімфа, слина, шлунковий сік — також розчини (мал. 17.1).

Підприємства хімічної промисловості виготовляють різноманітні розчини: деякі фарби, лаки, рідкі мила, шампуні тощо.

Коли речовина розчиняється, то відбувається її «подрібнення» до найменших частинок і поширення їх в усьому об'ємі розчину.

**Розчин** є однорідною сумішшю двох або більше речовин, у якій частинки однієї речовини розподілені між частинками іншої речовини.

Ви здивуєтеся, але розчини можуть бути не лише рідкими. Існують розчини, що перебувають у різних агрегатних станах. Газоподібним розчином є повітря, рідким — морська вода, а твердими розчинами є сплави металів (бронза, латунь тощо) (мал. 17.2).

Утім у хімії, біології, медицині та в промисловості найбільше практичне значення мають саме рідкі розчини.

### Поміркуйте

Для чого потрібні розчини?



### Пригадайте

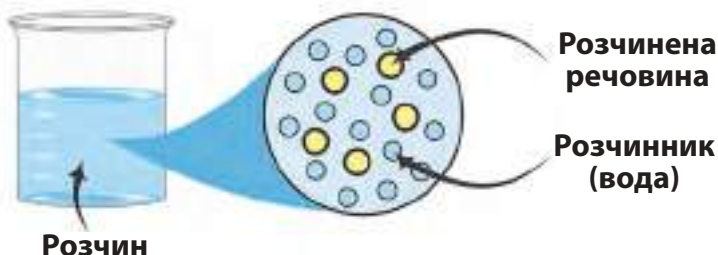
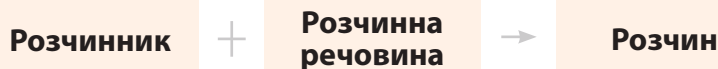
- Які властивості має вода?
- Як можна використовувати воду?
- Чи всі речовини розчиняються у воді?



Мал. 17.1. Сік, який ми п'ємо, є розчином



Мал. 17.2. Погруддя Т. Шевченка із бронзи, що є твердим розчином — сплавом міді з оловом



Мал. 17.3. Склад розчину



**Мал. 17.4.** Розчин газоподібного амоніаку у воді



**Мал. 17.5.** Прозорий ненасичений розчин



**Мал. 17.6.** Насичений розчин із нерозчиненими кристалами солі на дні склянки



### Дослід

Візьміть дві склянки (чашки): із теплою та холодною водою. У кожен додайте по столовій ложці цукру. Розмішуючи воду ложкою, визначте час повного розчинення цукру в кожній склянці. Зробіть висновок щодо залежності швидкості розчинення цукру від температури.

## Склад розчинів

Розчин завжди складається з розчинника та однієї або кількох розчинених речовин (мал. 17.3, с. 47).

**Розчинник** — це компонент розчину, який перебуває в тому самому агрегатному стані, що й розчин.

Зазвичай розчинника в розчині більше, ніж розчиненої речовини. Якщо взяти, приміром, розчин солі у воді, то розчинником буде вода. Розчинниками для певних речовин є спирт, ацетон, бензин. Але найпоширенішим розчинником для більшості речовин є звичайна вода.

Розчинена речовина до розчинення може перебувати в будь-якому агрегатному стані:

- твердому (сіль, цукор, глюкоза, сода);
- рідкому (спирт, гліцерол, етанова кислота);
- газоподібному (вуглекислий газ, кисень, хлор, амоніак) (мал. 17.4).

У розчині можуть одночасно перебувати кілька розчинених речовин. Наприклад: у маринаді для консервування овочів вода буде розчинником, а сіль, цукор та оцет — розчиненими речовинами.

## Насичені й ненасичені розчини

Існують речовини, які добре змішуються між собою в будь-яких відношеннях. Такими речовинами є, наприклад, вода і спирт.

Але більшість речовин мають обмежену розчинність. Для підтвердження виконаємо нескладний експеримент. У склянку з водою додамо кілька кристаликів кухонної солі й перемішаємо. Сіль повністю розчиниться (мал. 17.5). Додамо ще кристалики. Сіль знову розчиниться. Цю дію можна повторити кілька разів.

Розчин, у якому речовина ще може розчинитися за певної температури, називають **ненасиченим**.

Якщо ми продовжимо додавати сіль, то через певний час вона перестане розчинятися, скільки б ми не перемішували розчин. Нерозчинені кристали будуть осідати на дно склянки (мал. 17.6). Ми одержали насичений розчин.

Розчин, у якому речовина більше не може розчинитися за певної температури, називають **насиченим**.

Як видно з визначень, розчинність речовин дуже залежить від температури. Зазвичай із підвищенням температури може розчинитися більша кількість розчинної речовини.





## Дізнайтеся більше

Гіпс — речовина, яку використовують у медицині для фіксації зламаних кісток, а також у будівництві.

На відміну від більшості речовин, із підвищенням температури у воді може розчинитися менша кількість гіпсу. Найбільше гіпсу розчиняється за температури 35 °С, а найменше — за 100 °С.

### Суспензії

Суспензії — це суміші рідин із твердими частинками, що перебувають у завислому стані.

Усі суспензії каламутні й неоднорідні — частинки видно неозброєним оком (мал. 17.7). Частинки твердої речовини осідають та затримуються звичайними фільтрами (фільтрувальним папером, ватою).

Суспензії із часом відстоюються. Дрібний пісок у річковій воді із часом осяде на дно.

Суспензії мають величезне практичне значення в природі, промисловості та медицині. Суспензіями є глина, із якої виготовляють керамічний посуд, різноманітні цементні та вапняні розчини (шпаклівки), олійні фарби (мал. 17.8).

Деякі лікарські речовини не розчиняються у воді. У вигляді суспензій вони більш подрібнені, ніж у таблетках, тому швидше починають діяти. (мал. 17.9).



Мал. 17.7. Суспензія в природі



Мал. 17.8. Суспензії в будівництві



Мал. 17.9. Лікувальні суспензії

### Ключова ідея

Розчини можуть перебувати в різних агрегатних станах. Газоподібним розчином є повітря, рідким — морська вода, а твердими розчинами є сплави металів.

Розчин — це однорідна суміш двох або більше речовин, у якій частинки однієї речовини розподілені між частинками іншої речовини. Розчинник — це компонент розчину, який перебуває в тому самому агрегатному стані, що й розчин.

Розчин, у якому речовина ще може розчинятися за певної температури, називають ненасиченим. Розчин, у якому речовина більше не може розчинятися, називають насиченим.

Суспензії — це суміші рідин із твердими частинками, що перебувають у завислому стані.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке розчин?
2. Наведіть приклади рідких розчинів.
3. Як залежить розчинність речовин від температури?
4. Яке практичне значення суспензій?
- 5\*. Із якими розчинами ви стикаєтеся в побуті? Які речовини в них є розчинниками?

## § 18. Чисті речовини та суміші. Розділення сумішей



### Поміркуйте

- Чому важливо дихати чистим повітрям?
- Що ми маємо на увазі, коли вживаємо термін «чисте повітря»?
- Чи можна сік віднести до чистих речовин?

### Пригадайте

Чим відрізняються прості речовини від складних?

### Чисті речовини

**Чисті речовини** складаються з частинок одного виду (атомів або молекул) і мають сталі фізичні властивості. Іншими словами, чисті речовини не містять домішок інших речовин.

Чистими можуть бути як прості, так і складні речовини. Усі вони мають певні фізичні властивості. Наприклад, алюміній — проста речовина (складається з атомів Алюмінію), твердий та пластичний метал сріблясто-сірого кольору, температура плавлення  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а вода — це складна речовина (складається з атомів Гідрогену й Оксигену), рідка, безбарвна, температура плавлення  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

У світі не існує двох простих речовин з абсолютно однаковими властивостями. Усі тверді речовини мають різне забарвлення, температури плавлення й кипіння, відрізняються за пластичністю (ковкістю). Так, золото жовте й дуже пластичне, а бісмут — сріблясто-сірий із рожевим відтінком, дуже крихкий (мал. 18.1).

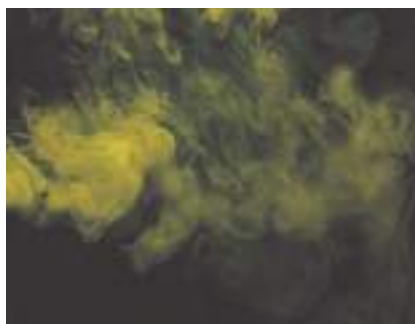
Речовини, однакові за кольором, можуть відрізнятися за агрегатним станом, у якому перебувають: сірка — жовто-зелена тверда речовина, а хлор — жовто-зелений газ із дуже різким запахом (мал. 18.2).

### Суміші

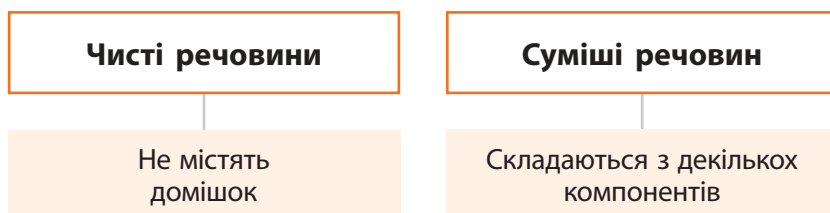
У природі чисті речовини майже не трапляються. Та й у щоденному житті ми частіше стикаємося із сумішами — це приправи з різних спецій, розпушувачі тіста, чай, кава тощо.



**Мал. 18.1.** Метали золото й бісмут відрізняються за кольором



**Мал. 18.2.** Жовто-зелені хлор і сірка відрізняються за агрегатним станом



**Суміші речовин** складаються з двох або більше чистих речовин (компонентів), кожна з яких зберігає свої властивості.

Речовини, що містяться в суміші, не змінюють своїх властивостей (мал. 18.3). Так, залізні ошурки в суміші із піском так само притягуються магнітом, як і чисте залізо. А от властивості суміші будуть відрізнятися від властивостей її компонентів.

За походженням суміші поділяють на **природні** (повітря, ґрунт, граніт, морська вода, молоко, нафта, природний газ) та **штучні**, тобто **створені людиною** (сталь, бронза, чавун, квас, кетчуп, будівельні суміші, бензин, фарби, пральні порошки, зубні пастки, майонез, чай, йогурт, рідке мило, компот, тісто).

Суміші можуть бути **однорідними** та **неоднорідними**.

Основною ознакою однорідних сумішей є те, що в них на вигляд неможливо виділити окремі компоненти.

Прикладами однорідних сумішей є цукровий сироп, розсіл тощо. Однорідні суміші можуть бути твердими (сплави металів, скло), рідкими (морська вода) та газоподібними (повітря).

У неоднорідних сумішах окремі речовини можна помітити неозброєним оком. Прикладом неоднорідної суміші є ґрунт, у якому видно піщинки, часточки глини, перегною тощо. Компоненти в неоднорідних сумішах можуть перебувати в різних агрегатних станах (пісок із водою, суміш олії з водою).

### Розділення сумішей

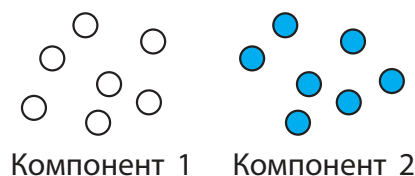
Суміш утворюється змішуванням декількох речовин, але нові речовини не утворюються. Отже, знаючи властивості цих речовин, ми можемо розділити будь-яку суміш на окремі компоненти за допомогою різних методів. Основними методами розділення сумішей є відстоювання, фільтрування, випарювання,



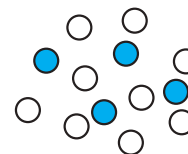
### Дослід

Дослідіть замерзання двох зразків води однакового об'єму: звичайної водопровідної води та водопровідної води, до якої додали одну ложку кухонної солі.

### Чисті речовини

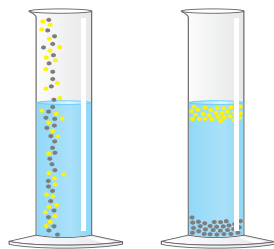


### Суміш речовин



**Мал. 18.3.** У суміші властивості речовин не змінюються





Відстоювання



Фільтрування



Випарювання

**Мал. 18.5.** Основні методи розділення сумішей

У кухні на столі після приготування їжі утворилася суміш борошна і пшона. Запропонуйте спосіб розділення цієї суміші та разом із дорослими зробіть це.

дія магнітом тощо (мал. 18.5, с. 52). Однорідні й неоднорідні суміші розділяють різними методами.

Для сумішей, що складаються з багатьох компонентів, зазвичай застосовують декілька методів послідовно.

Під QR-кодом на початку параграфу міститься детальна інформація про методи розділення сумішей.

### Дізнайтеся більше

Молоко є природною неоднорідною сумішшю багатьох речовин, різних за складом та властивостями. У процесі переробки молока цю суміш розділяють на компоненти різними методами. За допомогою відстоювання в холоді відділяють вершки (суміш води й жирів). Для розділення вершків на жир (вершкове масло) і воду використовують метод збивання. Знежирене молоко скисає, його нагрівають і фільтруванням розділяють молочні білки (кисломолочний сир) від сироватки, яка є переважно сумішшю води та вуглеводів (молочних цукрів).



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які речовини є чистими?
2. Що таке суміш?
3. Чим відрізняються однорідні й неоднорідні суміші? Наведіть приклади.
4. За допомогою яких методів можна розділити суміш на окремі компоненти?
- 5\*. Наведіть приклади чистих речовин та сумішей, які ви використовуєте у повсякденному житті.



### Ключова ідея

Чисті речовини складаються з частинок певного виду (атомів або молекул) і мають сталі фізичні властивості.

У природі чисті речовини майже не трапляються. Зазвичай ми маємо справу із сумішами.

Суміші складаються з двох або більше чистих речовин (компонентів), кожна з яких зберігає свої властивості.

Суміші можуть бути природними та штучними, однорідними та неоднорідними, твердими, рідкими та газоподібними.

Розділення сумішей на окремі компоненти здійснюють різними методами: дією магнітом, фільтруванням, відстоюванням, випарюванням, кристалізацією, дистиляцією.



## § 19. Очищення води

### Вода в природі

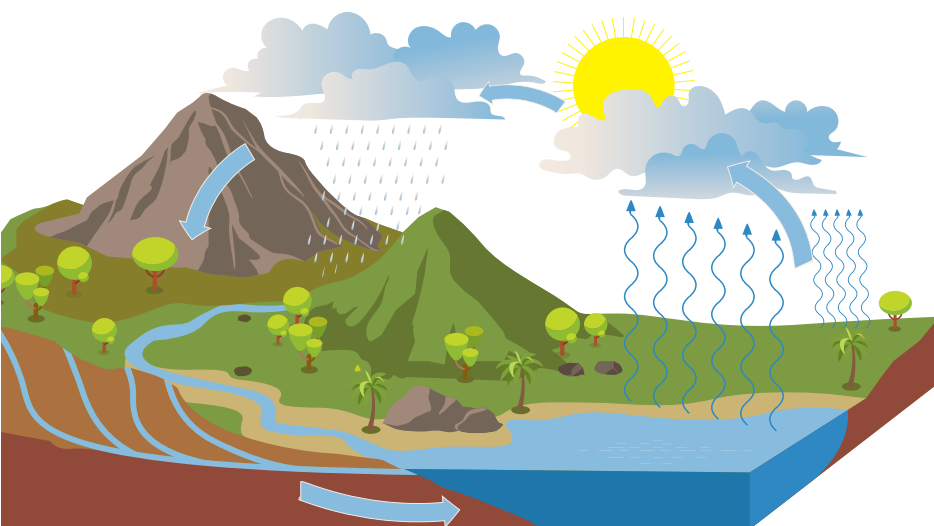
Найпоширеніша речовина в природі — це вода, адже дві третини поверхні нашої планети вкрито водою. Це поверхневі води — річки, озера, болота, льодовики та води Світового океану. Також вода є і в атмосфері, і в ґрунті, і в живих організмах. Вода на Землі безперервно переміщується. Цей «замкнений» процес називають *колообігом води в природі* (мал. 19.1).

Вода в атмосфері перебуває у стані водяної пари та найдрібніших краплинок у хмарах і тумані. Вона випадає на землю у вигляді різних опадів: дощу, снігу, граду, роси тощо. Ця вода просочується у верхні шари ґрунту, утворюючи підземні води.

*Підземні води* складаються не лише з атмосферних опадів. Вони утворюються у різноманітних процесах, що відбуваються всередині Землі.

Підземна вода, виходячи на поверхню, зазнає природного очищення через численні шари глини й піску та утворює джерела і криниці (мал. 19.2). Вода часто збагачується мінералами. Такі води називають *мінеральними* (мал. 19.3).

Саме в природних джерелах найчистіша й найякісніша вода. Інші види води перед вживанням потрібно додатково очищувати.



Мал. 19.1. Колообіг води в природі



### Поміркуйте

У дитячих казках трапляється вираз «жива і мертва вода». Чи існує така вода в реальному житті?



### Пригадайте

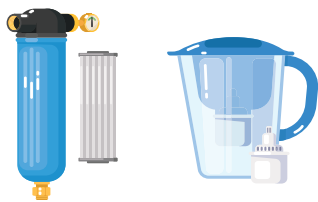
- Що таке гідросфера?
- Яка вода переважає на нашій планеті: прісна чи солоня?
- Чому не можна пити воду з річок та озер?



Мал. 19.2. Підземні води. Джерела



Мал. 19.3. В Україні є понад 500 джерел із мінеральною водою



**Мал. 19.4.** Фільтри для води



**Мал. 19.5.** Кип'ятіння — це найпростіший метод знезараження води. Він убиває більшість мікроорганізмів



### Робота в групах

На Гугл-мапі знайдіть план свого населеного пункту з позначками підприємств. Складіть перелік тих підприємств, що можуть забруднювати водойми вашого населеного пункту.

## Очищення води

Оскільки природна вода є сумішшю різних речовин, то для очищення води часто використовуються ті самі методи, що й для розділення сумішей, зокрема фільтрування й відстоювання.

Про те, як очищували воду в давні часи ви можете ознайомитися, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.

## Методи очищення води

Воду очищують за допомогою механічних, хімічних, фізичних та біологічних методів.

До *механічних методів* належать відстоювання та фільтрування. Так позбуваються піску, мулу та інших твердих домішок.

Побутові фільтри можуть увібрати в себе з води лише певну кількість домішок, тому потрібно вчасно змінювати картриджі в них. У побуті для очищення води використовують фільтри різних конструкцій (мал. 19.4).

*Хімічними методами* є знезаражування (знищення мікроорганізмів) за допомогою хлору й озону та пом'якшення води за допомогою соди.

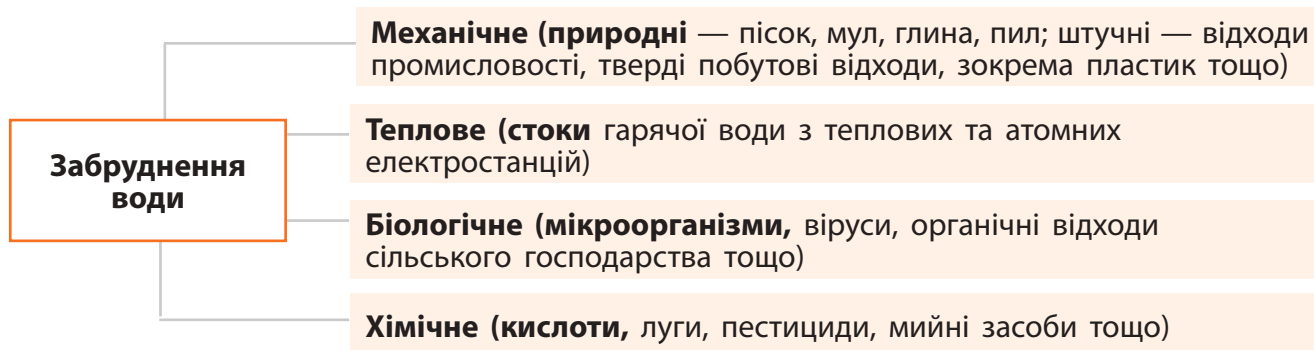
До *фізичних методів* очищення належать знезараження води за допомогою ультрафіолетового випромінювання, звичайне кип'ятіння (мал. 19.5) та виморожування.

*Біологічне очищення* здійснюють із використанням різних бактерій, водоростей. Основою біологічного методу очищення стічних вод є процеси самоочищення, які відбуваються у водоймах у природних умовах: органічні речовини розкладаються мікроскопічними організмами, а поживні речовини поглинають водні рослини.

## Промислове забруднення води

Сьогодні найбільшу небезпеку для природних вод становить діяльність людини. Майже щодня кількість чистих джерел води у світі зменшується. А через зростання населення планети, зміну способу життя людей та розвиток технологій кількість води, яку ми використовуємо, стрімко збільшується.

Основним джерелом забруднення води є відходи промисловості й сільського господарства. У результаті в навколишнє середовище потрапляють шкідливі й токсичні речовини: мийні засоби, пестициди,



мастила тощо. Вони забруднюють як поверхневі, так і підземні води.

Для людства найнебезпечнішим є забруднення джерел прісної води: річок, озер тощо. Адже питної води на Землі дуже мало, порівняно із солоною.

Від забруднення води страждають тварини й рослини, які мешкають у воді. Сьогодні розробляють нові, сучасні й безпечні методи очищення води. Але найкраще створювати умови для запобігання забрудненню води. Для цього країни впроваджують суворі екологічні закони.



**22 березня** — Всесвітній день водних ресурсів



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Де в природі трапляється вода?
2. Які речовини забруднюють воду?
3. Якими методами очищують воду?
4. Як ми можемо захистити природні води від забруднення?
- 5\*. Що ви знаєте про питний режим? Розрахуйте, скільки чистої питної води ви маєте випити за добу.
- 6\*. Під час тривалого літнього походу в туристів закінчилась питна вода. На ночівлю вони розбили намети на березі озера. Порадьте, як можна очистити воду з озера, щоб її споживання було безпечним для здоров'я.

### Дізнайтеся більше

Щорічно 22 березня ми відзначаємо Всесвітній день водних ресурсів. Його мета — привернути увагу до збереження запасів прісної води.

Для людини дуже важливо пити чисту воду — це одна з основних складових здоров'я. Слід також дотримуватися питного режиму. У дітей кількість води, яку необхідно випити за добу, залежить від маси тіла: до 40 мл рідини на 1 кг маси тіла за добу.



### Ключова ідея

Найпоширеніша речовина в природі — це вода. Природне очищення підземних вод відбувається у шарах глини та піску. Очищення води — це обробка природної води з метою поліпшення її якості. Для нього використовують механічні, хімічні, фізичні та біологічні методи.

Унаслідок діяльності людини у водойми потрапляє багато забруднювачів. Тому проблема очищення природних вод є дуже актуальною.

## § 20. Рух і спокій. Відносність руху



### Поміркуйте

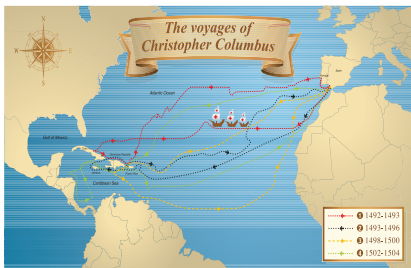
Уявіть, що ви пливете на човні туманним ранком. Берегів водойми не видно. Чи можете ви напевно сказати: річкою чи озером ви пливете?

### Пригадайте

- Чим відрізняється рух від спокою?
- Ви сидите в кріслі потяга, що рухається. У якому стані ви перебуваєте: руху чи спокою?



**Мал. 20.1.** Тіла, що рухаються, змінюють своє розташування відносно інших тіл



**Мал. 20.2.** Траєкторії мандрівок Христофора Колумба до Америки, яку він відкрив 1492 року

### Механічний рух

Із власного досвіду ви знаєте, що рух — це коли одні тіла переміщуються у просторі відносно інших.

Наприклад, пасажирський потяг Київ-Вінниця, починаючи рух у бік Вінниці, віддаляється від перону Київського вокзалу й невпинно наближається до кінцевого пункту.

Усе це приклади механічного руху.

**Механічним рухом** називають зміну взаємного розташування тіл або їхніх частин у просторі з плином часу.

### Траєкторія руху

На малюнку 20.1 ми бачимо лінії, якими рухаються автомобілі. Це — траєкторії руху.

**Траєкторія** — це лінія, якою тіло рухається в просторі.

Прикладами траєкторій є ваш шлях від дому до школи, маршрут автобуса чи курс літака, орбіта Землі навколо Сонця тощо (мал. 20.2).

### Відносність руху та спокою

Говорити про рух будь-якого тіла має сенс лише після того, як указано інше тіло, відносно якого рухається тіло, що ми розглядаємо. Для потяга таким тілом є, приміром, платформа вокзалу. Для літака — злітна смуга. Прикладів можна навести безліч. Інакше кажучи, **рух тіл завжди відносний**.

Оскільки рух тіл відносний, то відносно буде й траєкторія руху: для одного спостерігача/спостерігачки це може бути пряма, а для іншого — крива. Так, відбивачі світла, закріплені на колесах біля обода, під час руху для велосипедиста описують у просторі кола, а для туриста, що спостерігає за велосипедистом, — зовсім іншу лінію (мал. 20.3).

Уперше поняття про відносність руху ввів у фізику італійський науковець Галілео Галілей.

Спокій також відносний. Нерухома будівля вокзалу, від якої від'їжджав потяг, «рухається» для пасажирів потягу — відстань між пасажирами та будівлею збільшується (мал. 20.4). Нерухомі гори разом із Землею обертаються навколо Сонця.





**Мал. 20.3.** Для різних спостерігачів траєкторії руху відбивачів світла будуть зовсім різними



**Мал. 20.4.** Перон вокзалу рухається відносно пасажирів швидкісного потяга



Автомобіль стоїть на узбіччі дороги. Напишіть якомога більше назв тіл, відносно яких автомобіль перебуває в спокої. Напишіть якомога більше назв тіл, відносно яких автомобіль рухається.

Тому тіла, що перебувають у спокої відносно одних тіл, будуть рухатися відносно інших тіл.

Оскільки *спокій тіл* — *поняття відносне*, то можна «вимикати» рух, коли це потрібно. Наприклад, під час стикування космічного корабля з орбітальною станцією корабель має рухатися так само, як і станція (мал. 20.5). Таким чином вони перебуватимуть у спокої одне відносно одного, а от відносно Землі будуть рухатися із шаленою швидкістю.



**Мал. 20.5.** Щоб пристикуватися до орбітальної станції, космічний корабель має перестати рухатися відносно неї

### Дізнайтеся більше

Те, що рух можна «вимкнути», використовують на авіатранспорті — прямо в повітрі здійснюють дозаправку літаків, аби вони могли якомога далі продовжувати політ.



### Ключова ідея

Механічним рухом називають зміну взаємного розташування тіл або їхніх частин у просторі з плином часу.

Траєкторія — це лінія, якою рухається тіло в просторі.

Рух та спокій відносні. Поки не вказано тіло, відносно якого розглядають рух або спокій, самі ці поняття не мають сенсу.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що називають механічним рухом?
2. Що таке траєкторія руху?
3. Чому рух тіл завжди відносний? Наведіть приклади.
4. Чи може бути так, що траєкторія руху тіла для різних спостерігачів/спостерігачок буде різною? Наведіть приклади.
5. Чи може тіло одночасно рухатися й перебувати в спокої? Відповідь поясніть.

## § 21. Швидкість руху. Види рухів. Рекорди швидкості в природі й техніці



### Поміркуйте

Чим відрізняються рухи літака під час його розгону на злітній смузі та під час виконання ним різних маневрів у повітрі?

### Пригадайте

На одному з попередніх уроків ви вже розраховували швидкість руху (§ 12). Пригадайте, як ви це робили, й обчисліть швидкість вашого руху, якщо шлях до школи, приміром, становить 600 метрів, а ви долаєте його за 4 хвилини.

Швидкість — це фізична величина, що дорівнює відношенню відстані, яку пододало тіло, до часу руху:

$$\text{швидкість} = \frac{\text{відстань (або шлях)}}{\text{час руху}}$$

Дуже важливо, що швидкість має як числове значення, так і напрямок.

### Види рухів. Рівномірний і нерівномірний рухи

Коли ми описуємо рух будь-якого тіла, то говоримо, як швидко та якою траєкторією це тіло рухається. Саме за цими ознаками ми будемо відрізняти види руху: **рівномірний** рух від **нерівномірного, прямолінійний** рух від **криволінійного**.

Коли водій або водійка за кермом автомобіля підтримує постійну швидкість руху, ми кажемо, що машина рухається рівномірно (мал. 21.1).

Зовсім інша ситуація, коли ми спостерігаємо, наприклад, за м'ячем, який тенісист підкинув угору. За допомогою спеціальної фотозйомки на одному кадрі можна вмістити декілька зображень, зроблених через однакові проміжки часу (мал. 21.2). Це дуже зручно для спостереження за рухом тіл. Такі фотографії називають стробоскопічними, а метод дослідження руху за допомогою таких фотографій — **стробоскопічним методом** дослідження.

Повернімося до тенісного м'яча на фотографії. Добре видно, що відстань між зображеннями м'яча різна. Отже, швидкість м'яча змінювалася, тобто він рухався нерівномірно.

### Види рухів. Прямолінійний і криволінійний рухи

Якщо рівномірний рух від нерівномірного ми будемо відрізняти за зміною швидкості, то прямоліній-



**Мал. 21.1.** Спідометр показує, що швидкість машини постійна — це приклад рівномірного руху

**Мал. 21.2.** На стробоскопічній фотографії видно, як рухалися м'яч, ракетка та спортсмен



**Мал. 21.3.** Трамваї на території депо можуть рухатися як прямолінійно, так і криволінійними траєкторіями



**Мал. 21.4.** Чемпіони світу природи зі швидкості: сапсан, вітрильник, гепард



**Мал. 21.5.** Коала та морська зірка рухаються дуже повільно

ний рух від криволінійного — за формою траєкторії (мал. 21.3). У самих назвах цих видів рухів містяться ознаки, що їх відрізняють.

### Рекорди швидкості в природі

У природі постійно відбуваються «змагання» на спритність, силу та швидкість. Завдяки активному способу життя, тварини знаходять їжу, рятуються від ворогів, розселяються на планеті, а також удосконалюють свою нервову систему й органи чуття.

Усім тваринам притаманний рух, але є й справжні «олімпійці». Так, у повітрі найшвидший — птах сапсан із рекордною швидкістю 320 км/год! У воді попереду всіх пливе риба вітрильник, яка розганяється до 120 км/год. На суходолі перше місце посідає хижа кішка гепард: під час полювання його швидкість сягає 120 км/год. Це справжні рекордсмени живого світу (мал. 21.4).

Інші тварини не такі швидкі, але їм є чим нас здивувати. Так, сірі вовки в гонитві за здобиччю можуть бігти зі швидкістю до 60 км/год. Найбільші наземні хижаки — полярні ведмеді — розганяються до 40 км/год. Страус завдяки довгим ногам мчить зі швидкістю до 70 км/год. Навіть довга шия жирафа не заважає йому бігти галопом понад 50 км/год.

Утім є тварини, які рухаються надзвичайно повільно. Нікуди не поспішають коали, лінивці, наземні черепахи, равлики, морські зірки тощо (мал. 21.5).



**Мал. 21.6.** Сучасні автомобілі й потяги можуть рухатися з дуже великими швидкостями



**Мал. 21.7.** Рекордсмен зі швидкості, створений людиною, — космічний апарат New Horizons

## Рекорди швидкості в техніці

Людина створила транспортні засоби, швидкість руху яких вражає (мал. 21.6).

Найвищої швидкості у світі на наземному транспортному засобі — реактивному автомобілі Thrust SSC — досягнув англієць Енді Грін 1997 року. Рекорд становить 1230 км/год.

Найшвидший літак у світі — це американський Boeing X-43. Його рекорд — 11 230 км/год. Це безпілотний літак, що рухається в автоматичному режимі.

Найшвидший пілотований літак також створений у США. Це експериментальний North American X-15. Він може розганятися до фантастичних 7 300 км/год.

Серед потягів рекордсменом є японський L0 Series, що на трасі JR-Maglev MLX01-1 розвинув швидкість 603 км/год. Слово «маглев» у назві траси свідчить, що це незвичайний потяг — у нього немає коліс і він утримується над залізничним полотном силою магнітного поля й не торкається рейок під час руху.

Але справжнім рекордсменом серед створених людиною рухомих об'єктів є космічний апарат New Horizons — американська автоматична міжпланетна станція (АМС), яку запущено 2006 року для дослідження віддалених частин Сонячної системи (мал. 21.7). Коли станція покидала околиці Землі, її швидкість досягла 16 км/с — найбільша, яку було досягнуто транспортним засобом за рахунок роботи двигунів.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Як обчислити швидкість руху тіла?
2. За якими ознаками розрізняють види руху?
3. Чим рівномірний рух відрізняється від нерівномірного?
4. Чому прямолінійний та криволінійний рухи мають такі назви?
- 5\*. Хто швидше рухається: легкоатлет, який пробігає 100-метровку за 10 секунд, чи автомобіль, що долає 10 км за 10 хвилин?



Порівняйте швидкості руху транспортних засобів, про які йшлося в параграфі. Обчисліть, у скільки разів найвища швидкість більша за найнижчу.



### Ключова ідея

Швидкість — це фізична величина, що дорівнює відношенню відстані, яку пододало тіло, до часу руху. Швидкість має числове значення та напрямок.

Рухи поділяють на рівномірний (швидкість руху тіла не змінюється) і нерівномірний (швидкість руху тіла змінюється); на прямолінійний (траєкторія — пряма) і криволінійний (траєкторія — крива). У живій природі та техніці є справжні рекордсмени зі швидкості руху.



## § 22. Взаємодія. Сила. Графічне зображення сили

### Взаємодія тіл

Щодня ми постійно стикаємося з дією тіл одне на одне. Ви дієте на стілець, на якому сидите. Ви здивуєтеся, але стілець діє на вас. Коли ви стрибаєте із човна, то відштовхуєтесь від нього, тобто дієте на човен. Човен також «штовхає» вас, і ви можете стрибнути на берег. А сам човен рухається в протилежному напрямку — від берега.

Якщо перше тіло діє на друге, то друге обов'язково діє на перше, тобто тіла *взаємодіють* між собою.

Саме дія одних тіл на інші приводить до того, що тіла *починають рухатися зі стану спокою або змінюють швидкість руху* (мал. 22.1 і 22.2).

Дія одних тіл на інші дозволяє пояснити і стан спокою.

Розгляньмо книжки на столі. Вони лежать нерухомо (мал. 22.3, с. 62). Але якщо прибрати стіл, вони впадуть на підлогу. Наш щоденний досвід свідчить, що падатимуть вони через дію на них Землі: усі тіла падають, якщо не мають опори. Ця дія Землі спрямована вертикально вниз.

У нашому випадку падати книгам не дає дія стола: вона спрямована вертикально вгору. Книжки також діють на стіл і на Землю: стіл вони трохи прогинають, а Землю притягують до себе. Те, що тіла прогинають



### Поміркуйте

- Чому одні тіла перебувають у спокої, а інші рухаються зі змінною швидкістю?
- Чому під час удару по м'ячу нога футболіста «відчуває» удар м'яча по ній?



### Пригадайте

Чому під час ожеледиці доволі складно рухатися — підошви взуття проковзують по льоду, не можуть зачепитися за нього й важко чи почати рух, чи зупинитися, чи повернути вбік?



**Мал. 22.1.** Гравець у більярд штовхає кулю. Дія кийка змушує кулю, по якій б'є гравець, почати рухатися



**Мал. 22.2.** Перша куля, зіштовхнувшись із другою, змінює напрямок руху та швидкість, а друга куля також починає рухатися



**Мал. 22.3.** Книги на столі в стані спокою



**Мал. 22.4.** Діти на батуті помітно деформують його поверхню



**Мал. 22.5.** Взаємодія між взуттям і льодом настільки слабка, що не дозволяє помітно змінити швидкість руху

поверхню, на якій перебувають, легко помітити, коли діти, приміром, стають на батут у дитячому розважальному центрі (мал. 22.4). Поверхня батута помітно прогинається — *деформується*, тобто змінює свою форму.

Отже, ми можемо зробити висновок: *унаслідок взаємодії тіл може змінюватися їхня швидкість, а також тіла можуть деформуватися.*

Саме слабка взаємодія взуття перехожих із льодом під час ожеледиці спричиняє знайомі нам незручності: не дозволяє зрушити з місця або припинити рух, піднятися на пагорб тощо (мал. 22.5).

Одиницею сили було обрано ньютон (Н) на честь видатного англійського вченого Ісаака Ньютона.

### Сила

У фізиці для характеристики тіл або явищ використовують фізичні величини. Для характеристики явища дії одного тіла на інше також використовують фізичну величину — силу. Прийнято говорити — *одне тіло діє на інше з певною силою і навпаки.*

### Графічне зображення сили

Сили на рисунках зображують стрілками різної довжини.

Розгляньмо приклад.

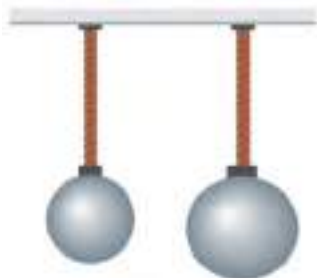
Дві різних за розмірами суцільні сталеві кульки на мотузках підвішені до стелі.

Зобразимо стрілками сили, з якими мотузки діють на стелю.

По-перше, природно ці сили спрямовані вертикально вниз.



Використовуючи слово "слизький", знайдіть у мережі Інтернет якомога більше приказок і прислів'їв, де йдеться про слабку взаємодію між тілами.





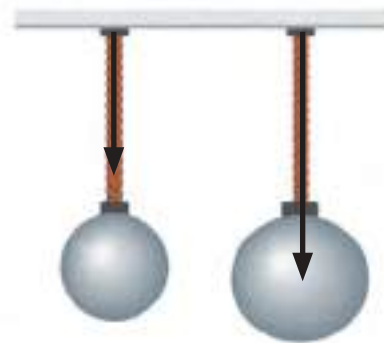
По-друге, мотузка, на якій висить більша куля, із нашого досвіду, діє на стелю сильніше, тож стрілка має бути довшою.

По-третє, обидві сили прикладені до тих точок на стелі, де закріплені верхні кінці мотузок. Тому стрілки мають починатися в цих точках.

Якщо врахувати ці три умови, то на рисунку будуть відображені сили.

Отже, кожен силу ми будемо характеризувати трьома властивостями:

- напрямком;
- числовим значенням;
- точкою прикладання.



### Дізнайтеся більше

Під час взаємодії двох різних тіл, наприклад, у разі стикання двох кульок, сили, що діють на тіла, будуть однакові за значенням, але протилежні за напрямком.

У разі взаємодії тіл із різною масою швидкість більш важкого тіла змінюється менше, ніж у легшого тіла. Тому під час стикання тенісного м'яча з ракеткою, яку тримає рука тенісиста, м'яч помітніше змінює свою швидкість, ніж ракетка.



**Сили є характеристикою взаємодій тіл. Вони мають**

**напрямок**

**числове значення**

**точку прикладання**



**Запитання для повторення й засвоєння**

1. Що таке взаємодія тіл? Наведіть приклади.
2. Що таке деформація тіл? Наведіть приклади.
3. Назвіть наслідки взаємодії тіл.
4. Що характеризує сила?
5. Як зображують сили на рисунках?
6. Назвіть властивості будь-якої сили.



### Ключова ідея

Якщо перше тіло діє на друге, то друге тіло обов'язково діє на перше — тіла взаємодіють. Унаслідок взаємодії тіл вони змінюють швидкість та деформуються.

Дія одного тіла на інше характеризується силою. Сили на рисунках зображують стрілками. Кожна сила має властивості: напрямком, числове значення, точку прикладання.



## § 23. ЯВИЩЕ ІНЕРЦІЇ. ІНЕРТНІСТЬ

### Поміркуйте

Багато хто з вас чув слова «інерція» та «інертність». А що, на вашу думку, вони означають?

### Пригадайте

Усі тіла навкруги взаємодіють одне з одним. У яких випадках під час взаємодій швидкість тіл змінюється, а в яких тіла залишаються в стані спокою?



**Мал. 23.1.** Поки кінь тягне воза горизонтальною дорогою, віз рухатиметься



### Дослід

Штовхніть кулю, яка лежить на горизонтальній поверхні стола.

Чи продовжить вона рух після того, як ви припинили її штовхати?

### Що писав Аристотель про рух тіл?

У попередньому параграфі ми з'ясували, що коли на тіло діють інші тіла, його швидкість може змінюватися. Це відбувається, якщо дію одних тіл не врівноважує дія інших тіл. Наприклад, ми з'ясували, що коли дію Землі не врівноважує дія стола, книга падає вниз.

А як рухатиметься тіло, якщо на нього не діють інші тіла? І взагалі, буде воно в такому разі рухатися чи буде перебувати у спокої?

Ще з часів Давньої Греції, коли формувалися природничі науки, панувала думка: коли на тіло не діють інші тіла, воно може перебувати лише у спокої. Люди бачили, що тіла, які їх оточують, не рухаються «самі собою». Так, віз горизонтальною дорогою рухається за умови, що його тягне кінь (мал. 23.1), а хвили на воді з'являються завдяки вітру.

Коли кінь перестає тягти воза, той зупиняється, коли стихає вітер — хвили зникають. Грунтуючись на цих спостереженнях, давньогрецький філософ Аристотель у своїй роботі «Фізика» (давньогрецькою φύσις — природа) стверджував: *«Тіло рухається лише тоді, коли його щось рухає».*

Такого уявлення про рух дотримувалися впродовж близько 2000 років, доки його не піддав сумніву італійський науковець Галілео Галілей.

### Галілео Галілей проти Аристотеля

Саме Галілей зробив фізику експериментальною наукою (мал. 23.2).

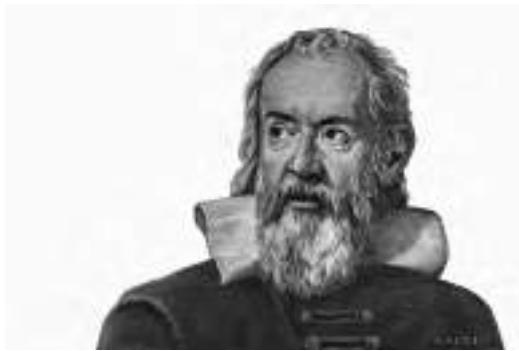
Повторимо досліди Галілея!

Якщо штовхнути кулю, яка лежить на горизонтальній поверхні стола, то вона покотиться й продовжить рух навіть після того, як ви припините її штовхати (мал. 23.3). Тобто для того, щоб тіло рухалося, зовсім не потрібна дія іншого тіла!

Галілей продовжував свої дослідження й помітив: чим твердіша й гладша горизонтальна поверхня, то куля довше нею котиться.

За своїми дослідженнями Галілей зробив геніальний висновок: *«Тіло рухається тоді, коли йому ніщо не заважає рухатися».*





**Мал. 23.2.** Галілео Галілей запропонував експериментальний метод дослідження у фізиці

### Явище та закон інерції

Так Галілей відкрив явище інерції — явище, коли тіла зберігають свою швидкість незмінною, якщо на них не діють інші тіла.

Англієць Ісаак Ньютон сформулював закон інерції — перший закон класичної механіки.

*Якщо на тіло не діють інші тіла, воно рухається зі сталою швидкістю в незмінному напрямку або зберігає стан спокою.*

### Рух за інерцією

Рух тіла зі сталою швидкістю в разі, коли інші тіла на нього не діють, називають *рухом за інерцією*.

За звичайних умов взаємодії з навколишніми тілами позбутися неможливо, тому в щоденному житті рухом за інерцією ми будемо називати рух тіла, дію на яке інших тіл зведено до мінімуму. Наприклад, рухом за інерцією можна вважати катання дітей горизонтальною льодовою доріжкою — «ковзанкою» (мал. 23.4). На «ковзанці» в горизонтальному напрямку майже нічого не заважає рухатися.

Часто рухом за інерцією помилково називають рух м'яча після удару або кулі, що вилетіла з рушниці. На рух м'яча або кулі після того, як вони почали рухатися самостійно, доволі сильно впливає дія Землі та опір повітря. Тому швидкість руху цих тіл помітно змінюється, й тому це не є рухом за інерцією (мал. 23.5).

Однак у щоденному житті будь-який рух тіла після того, як на нього припинила діяти сила, що помітно змінювала його швидкість, ми називаємо рухом за інерцією. Насправді це є проявом певної властивості тіл, про яку йтиметься далі.



**Мал. 23.3.** Куля рухається гладенькою доріжкою кегельбану, майже не змінюючи швидкості



**Мал. 23.4.** Попередньо розігнавшись, дитина може проїхати по льоду велику відстань



**Мал. 23.5.** Рух футбольного м'яча після удару не можна вважати рухом за інерцією — на нього діє Земля та повітря

Із власного досвіду ви, можливо, знаєте, що коли людина спотикається, то вона падає вперед, а коли підковзується, то падає назад.

Поміркуйте, чому так виходить.



Мал. 23.6. «Інертну» людину важко примусити рухатися

### Інертність тіл

Наш досвід і численні експерименти свідчать, що під час взаємодії двох тіл більш важке тіло змінює свою швидкість менше, ніж легке. Це зумовлене властивостями самого тіла. У фізиці властивість різних тіл по-різному «відгукуватися» на певну зовнішню дію називають *інертністю*. Чим слабше «реагує» тіло на зовнішні дії, тим воно більш інертне. Наприклад, автомобіль більш інертний за футбольний м'яч. У щоденному житті людину, яку важко примусити щось робити («зрушити з місця»), ми часто називаємо «інертною» (мал. 23.6).

*Інертність тіла полягає в тому, що для зміни швидкості руху на певну величину потрібно, щоб дія на тіло зовнішніх сил тривала певний час.*

Більше про інертність тіл ви можете прочитати, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфу.



#### Запитання для повторення й засвоєння

1. Якою, на думку Аристотеля, є головна умова руху тіла?
2. Що, на думку Галілея, треба забезпечити, аби тіло продовжувало свій рух?
3. Сформулюйте закон інерції.
4. У чому полягає явище інерції?
5. Який рух можна назвати рухом за інерцією?
6. Наведіть приклади з власного досвіду, коли тіла виявляють власну інертність.



#### Ключова ідея

Аристотель стверджував, що тіло рухається тільки тоді, коли його щось рухає.

Галілей першим запропонував експериментальний метод у фізиці. Він з'ясував, що тіло рухається тоді, коли йому ніщо не заважає рухатися, і відкрив закон інерції: якщо на тіло не діють інші тіла, воно рухається зі сталою швидкістю в незмінному напрямку або зберігає стан спокою. Такий рух тіла називають рухом за інерцією, а саме явище — інерцією.

Інертність тіла полягає в тому, що для зміни швидкості руху на певну величину потрібно, щоб дія на тіло зовнішніх сил тривала певний час. Саме інертність тіл проявляється у випадках, коли ми змінюємо швидкість їхнього руху.



## § 24. Маса. Сила тяжіння

### Маса як міра інертності тіла

Ми вже дізналися, що кожне тіло має властивість «опиратися» зміні власної швидкості руху — має інертність. І під час взаємодії тіло з більшою інертністю змінює власну швидкість менше, ніж тіло з меншою інертністю (мал. 24.1).

Ви вже знаєте, що будь-яка властивість тіла характеризується фізичною величиною. Інертність тіл характеризують фізичною величиною, яка називається *масою*.

Використовуючи інертність тіл, можна дізнатися про масу тіла. Для цього потрібно примусити тіло невідомої маси провзаємодіяти з тілом відомої маси. За відношенням змін швидкостей тіл під час взаємодії можна дізнатися про масу іншого тіла.

На перший погляд, такий спосіб вимірювання маси не дуже зручний, адже ми звикли визначати масу тіла за допомогою терезів. Але в астрономії або фізиці мікрочастинок він єдиний можливий. Не можна зорі, галактики або атоми покласти на терези.

Якщо взаємодіють тіла однакової маси, то вони однаково змінюють свою швидкість. А якщо маси тіл відрізняються, наприклад, у два рази, то більш масивне тіло змінює свою швидкість на величину, у два рази меншу (мал. 24.2). Таку залежність можна записати у вигляді рівняння двох дробів:

$$\frac{\text{маса першого тіла}}{\text{маса другого тіла}} = \frac{\text{зміна швидкості другого тіла}}{\text{зміна швидкості першого тіла}}$$



**Мал. 24.2.** Куля має більшу масу, ніж кеглі, тому під час зіткнення практично не змінює своєї швидкості

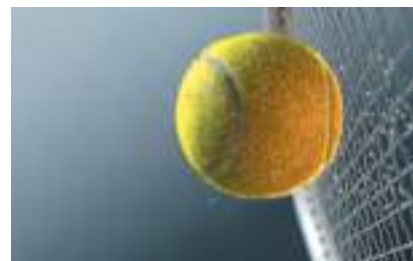
### Поміркуйте

Слово «маса» вам відоме з дитинства. А що ви знаєте про масу тіл?



### Пригадайте

Що відбувається зі швидкістю тіл під час їхньої взаємодії? Чи залишається вона незмінною?

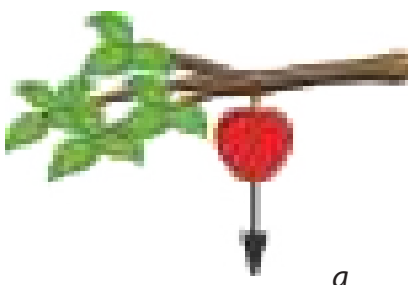


**Мал. 24.1.** Коли тенісна ракетка вдаряє по м'ячу, він помітніше змінює свою швидкість, ніж ракетка. У ракетки разом із рукою тенісиста/тенісистки більша інертність, ніж у м'яча

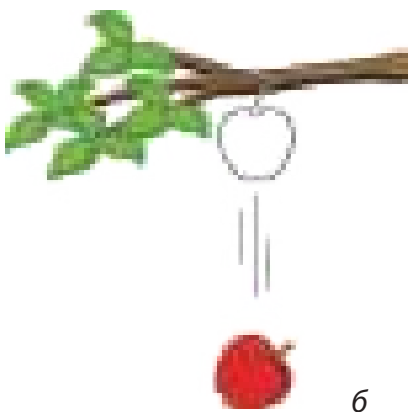


**Мал. 24.3.** Якщо на одну шальку ваг покласти тіло, то для рівноваги на іншу ми маємо покласти гирі тієї ж маси, що й тіло

**Мал. 24.4.** Конструкція ваг може бути різною, але всі вони вимірюють вагу тіла



На яблуко діє сила тяжіння. Але воно нерухоме, бо на нього також діє гілка дерева



Коли гілка перестає утримувати яблуко, воно падає вертикально вниз. Бо сила тяжіння продовжує діяти на яблуко

**Мал. 24.5.** Рух тіла без початкової швидкості

### Маса як міра гравітаційних властивостей тіла

Із тим, що маса є мірою інертних властивостей тіла, ми ознайомилися.

Але маса є мірою й інших властивостей тіла. Із дитинства ми знаємо, що виміряти масу тіла можна, зваживши його на вагах (мал. 24.3 і 24.4).

Коли ви кладете на ваги будь-яку річ із метою визначити її масу, насправді ви визначаєте її *вагу* — силу, з якою на шальку ваг діє ця річ через притягання її до Землі.

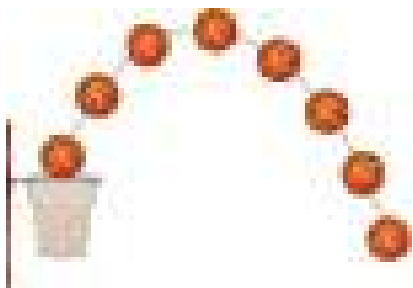
Властивість тіл притягатися одне до одного через те, що вони мають масу, називають *гравітацією*.

### Сила тяжіння

Силу, з якою Земля притягує до себе всі тіла, що перебувають на її поверхні або близько до неї, називають *силою тяжіння*.

Сила тяжіння, що діє на тіло, спрямована до центру Землі, тому в кожній точці поверхні нашої планети вона спрямована вертикально вниз. Сила тяжіння прикладена до центру тіла. Залежно від того, тіло просто відпустили без початкової швидкості або кинули під кутом до горизонту, рух тіла під дією сили тяжіння буде відповідно прямолінійним (мал. 24.5) або криволінійним (мал. 24.6).

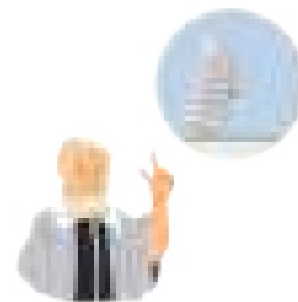
Під час взаємодії тіла впливають одне на одне, тому тіло, яке притягує до себе Земля, притягує до себе Землю з однаковою за значенням силою (мал. 24.7).



**Мал. 24.6.** Якщо кинути м'яч під кутом до горизонту, він під дією сили тяжіння буде рухатися криволінійною траєкторією



**Мал. 24.7.** Земля притягує нерухоме яблуко, а яблуко — Землю



**Мал. 24.8.** Галілей першим відкрив закон падіння тіл під дією сили тяжіння

Сила тяжіння Землі зменшується в міру віддалення від поверхні планети, але навіть у космосі на висоті декілька сотень кілометрів, вона трохи менша за силу тяжіння на Землі.

### Особливість руху під дією сили тяжіння

Сила тяжіння має унікальну особливість — під її дією різні за масою тіла падають з однаковою швидкістю. Це встановив Галілео Галілей, скидаючи з похилої Пізанської вежі мушкетну кулю та гарматне ядро (мал. 24.8). Саме із цих дослідів розпочалася експериментальна фізика.

### Ключова ідея

Маса тіла є мірою інертних та гравітаційних властивостей тіл. Масу тіла можна виміряти під час взаємодії цього тіла з тілом відомої маси або під час зважування на вагах.

Силою тяжіння називають силу, із якою Земля притягує всі тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї. Сила тяжіння прикладена до центру тіла й діє вертикально вниз до центру Землі.

Під дією сили тяжіння тіла можуть рухатися як прямолінійно, так і криволінійно. Сила тяжіння надає однакову швидкість тілам, що починають падати.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Чому маса є мірою інертних властивостей тіл?
2. Як дізнатися масу тіла через взаємодію його з тілом відомої маси?
3. Чому дізнатися масу тіла можна, зваживши його на вагах?
4. Що таке сила тяжіння?
5. До якої точки тіла прикладена сила тяжіння та куди спрямована?
6. Як під дією сили тяжіння рухаються тіла?
- 7\*. Із додаткових джерел інформації дізнайтеся, у скільки разів сила тяжіння на планетах Сонячної системи відрізняється від земної.

## § 25. Припливи та відпливи



### Поміркуйте

Чому, на вашу думку, коли рідина в будь-якій посудині коливається, вона з країв то піднімається, то опускається, а рівень рідини посередині майже не змінюється?

### Пригадайте

- Як рухаються Земля та Місяць?
- Що ближче до Землі: Сонце чи Місяць?

### Загадкове явище

Близько 425 року до н. е. давньогрецький історик Геродот, описуючи затоку Червоного моря біля узбережжя Аравії, зазначав: «Там кожен день відступає і настає приплив». Це загадкове явище більшість науковців тієї епохи пояснювали диханням нашої планети. Вони вважали Землю живою істотою, а припливи — проявом її дихання (мал. 25.1). Також уважали, що вода океану — це кров Землі, а припливи — биття її пульсу.

Давньоримський науковець і письменник Пліній першим описав припливи і припустив, що вони певним чином пов'язані з Місяцем: «Багато чого було сказано про природу води; але найдивніше — це чергування припливів і відпливів, що виявляється по-різному, але завжди породжується Сонцем і Місяцем. Приплив двічі настає і двічі відступає між кожними двома сходженнями Місяця...».

Існували навіть курйозні теорії, що світло Місяця «гіпнотизує» воду в океані, і та починає рухатися.

І лише завдяки закону всесвітнього тяжіння, який відкрив Ісаак Ньютон, науковці змогли знайти пояснення такому явищу, як припливи та відпливи.

### Природа припливів та відпливів

**Припливи та відпливи** — це періодичні підвищення та зниження рівня води морів і океанів, які виникають унаслідок дії сили тяжіння Місяця та Сонця на поверхню океану. Хоча Місяць має відносно невеликі розміри, він значно ближчий до Землі, ніж Сонце. Тому припливи, спричинені Місяцем, вищі за ті, що зумовлені Сонцем.

Максимальний рівень води під час припливу називають **повною водою**, а мінімальний під час відпливу — **малою водою**.

Частина океану, над якою перебуває Місяць під час свого обертання навколо Землі, піднімається слідом за рухом Місяця. Там утворюється приплив. Така сама ситуація в океані на протилежній стороні Землі (мал. 25.2). Одночасно із цим знижується рівень води



**Мал. 25.1.** Навіть Йоган Кеплер (1571–1630), який відкрив закони руху планет, уважав припливи наслідком дихання Землі



**Мал. 25.2.** Частина океану, над якою перебуває Місяць, піднімається слідом за рухом Місяця



**Мал. 25.3.** Під час відпливів вода може відступати від берега на велику відстань

на поверхні Землі, що перебуває під прямим кутом до точок припливу. У цих районах спостерігається явище відпливу: вода відходить від берега, і її рівень знижується (мал. 25.3).

У відкритому океані припливні явища малопомітні. А у вузьких і глибоких затоках, які мають зв'язок з океаном, припливи та відпливи виявляються на повну силу.

У канадській провінції Нью-Брансвік на березі затоки Фанді розташований парк Хоупвелл-Рокс. Він відомий тим, що тут найбільші у світі припливи й відпливи (мал. 25.4). Різниця рівня води сягає 10–18 метрів. Під час кожного припливу й відпливу із затоки витікає (втікає) 115 мільйонів тонн води. Цей рух називають припливно-відпливною течією. Під час припливу вода з океану затоплює затоку, створюючи



Складіть таблицю з назв десяти місць на Землі, де спостерігаються найбільші підняття води під час припливів. Скористайтеся пошуковими програмами в мережі Інтернет.



**Мал. 25.4.** Хоупвелл-Рокс: під час відпливу пляж відкритий для піших прогулянок, а під час припливу скелі до середини занурені у воду



**Мал. 25.5.** Припливна хвиля на Амазонці може сягати 5 м

припливну течію. Під час відпливу вода повертається в океан — це називають відпливною течією.

У гирлах деяких річок, які впадають в океан, припливи та відпливи також «відчутні». Наприклад, на річці Амазонка висока припливна хвиля рухається з Атлантичного океану проти течії. Її швидкість сягає 30 км/год (мал. 25.5). Таку хвилю індіанці називають *поророка*, що означає «гримлива вода», адже вона рухається з великим гуркотом, який чути на відстань до 10 км.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які причини припливів і відпливів?
2. Чому припливи й відпливи в різних місцях планети різні?
3. Як форма берегової лінії (мис, затока) впливає на висоту припливу?
- 4\*. Уявіть, що сьогодні повний місяць, і ви перебуваєте на острові посеред океану. Коли сьогодні буде найвищий приплив? А коли — відплив?
- 5\*. Чому для людини, яка перебуває на борту корабля у відкритому морі, припливи й відпливи не помітні?

### Дізнайтеся більше

Люди здавна використовували припливи для риболовлі. Вони залишали рибальські сіті на березі, а коли вода під час відпливу відступала, у сітях залишалася риба.

Сьогодні людство використовує припливи для отримання електричної енергії. Припливні електростанції працюють у багатьох країнах світу.

Для отримання енергії затоку моря або гирло річки перекривають греблею. Часто по цих спорудах проходять автомобільні дороги. Найбільша в світі гребля (завдовжки 800 метрів) побудована у Франції для припливної електростанції.



Гребля припливної електростанції на річці Ранс, Франція



### Ключова ідея

Припливи та відпливи — це періодичні підвищення та зниження рівня води морів і океанів. Вони виникають у результаті дії сили тяжіння Місяця та Сонця на поверхню океану.





## § 26. Деформації. Пружність. Пластичність. Крижкість

### Деформація тіл

Наслідком взаємодії тіл, окрім зміни їхньої швидкості, є також деформація тіл (мал. 26.1). Про зміну швидкості ми з'ясували в попередніх параграфах. Розгляньмо більш детально, що таке деформація тіл.

Якщо подіяти на будь-яке тіло, то воно неодмінно змінює форму — деформується. Відбуватися це може і тоді, коли тіло змінює швидкість, і в стані спокою (мал. 26.2).

**Деформацією** називають зміну форми тіла.

Тіла деформуються в разі будь-якої дії на них. Але за одних умов це помітніше, ніж за інших. Деформація тіл залежить від величини зовнішньої сили, що діє на тіло, та від властивостей тіла, що деформується. М'які й пухкі тіла помітно деформуються навіть за слабких дій на них, як, приміром, подушки, коли ви на них лягаєте, а деформація твердих тіл зазвичай непомітна навіть за значних зовнішніх дій (мал. 26.3).

Деформації тіл поділяють на пружні та пластичні. Назви цих деформацій розкривають їхні особливості.

### Пружні деформації

**Пружні деформації** — коли тіло відновлює початкову форму після припинення зовнішньої дії (мал. 26.4, с. 74).

Тіла, що відновлюють свою форму після припинення зовнішніх дій, називають пружними тілами, а їхню властивість відновлювати форму — пружністю.



**Мал. 26.2.** Якщо стиснути нерухому порожню пластикову пляшку, то її форма зміниться



**Мал. 26.3.** Деформація автомобільного колеса помітніша, ніж у колеса залізничного вагона, через різні властивості цих коліс



### Поміркуйте

Коли на підлогу падає смартфон, то його екран розбивається, а коли баскетбольний м'яч — він підскакує. Чому так по-різному поведуться тіла в однаковій ситуації?

### Пригадайте

Взаємодія тіл приводить до зміни їхньої швидкості. А які ще наслідки взаємодії тіл?



**Мал. 26.1.** Під час удару ключка та м'яч змінюють свою швидкість і деформуються



**Мал. 26.4.** Силкові вправи з гумовим еспандером — приклади пружних деформацій гуми



**Мал. 26.5.** Саме пружина дозволяє працювати механізму автоматичної ручки



**Мал. 26.6.** Усі в дитинстві гралися пластиліном

Зліпіть із тіста фігурки різної форми. Покажіть їх (або їхні фотографії) своїм близьким. Якої деформації зазнало тісто під час виготовлення цих фігурок?

Пружність тіл має широке застосування: у повсякденному житті, транспорті, промисловості. Навіть у вашій ручці для того, щоб сховати ампулу, використовують пружне тіло — пружину (мал. 26.5).

### Пластичні деформації

Пластичні деформації — коли тіло не відновлює форму після припинення зовнішньої дії. Таким тілам притаманна пластичність. Відома речовина для творчості так і називається — пластилін (мал. 26.6).

На виробництві за допомогою спеціальних машин із металевих листів виготовляють різні вироби: від деталей автомобілів до кухонного посуду. Ці листи піддають пластичним деформаціям.

Пластичність притаманна не лише тілам неживої природи. Якщо впродовж певного часу діяти на живі організми, їхні органи також можуть зазнати пластичних деформацій (мал. 26.7).

Пластичні деформації часто є наслідком небезпечних ситуацій, спричинених взаємодіями тіл. Так, під



**Мал. 26.7.** За певний час брекети корегують розташування зубів



**Мал. 26.8.** Унаслідок зіткнення з іншим автомобілем крило машини зазнало значних пластичних деформацій



час дорожньо-транспортних пригод автомобілі зазнають значних пластичних деформацій (мал. 26.8).

### Крихкість тіл

Із **крихкістю** тіл ми часто стикаємося в щоденному житті. Наприклад, після падіння на підлогу чашка розбивається, а екран смартфона вкривається тріщинками (мал. 26.9). Це прояв крихкості.

Крихкими є деякі тверді тіла, зокрема виготовлені зі скла, чавуну, кераміки тощо. Тілам із цих речовин не притаманні пластичні деформації. Навіть невеликі деформації призводять до їх руйнування (мал. 26.10).

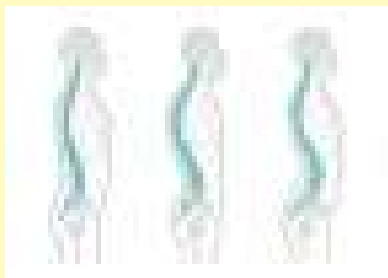
Отже, можемо зазначити, що крихкість — це властивість тіл руйнуватися навіть за малих деформацій.



**Мал. 26.9.** Коли фарфорова чашка падає на тверду підлогу з керамічної плитки, вона напевно розбивається

### Дізнайтеся більше

Як ми вже дізналися, деформації зазнають не лише тіла неживої природи, але й живі організми. У більшості випадків деформації організму свідчать або про хибні умови, у яких він перебуває, або про захворювання, на які він страждає. Тому здоровий спосіб життя та своєчасне лікування може запобігти таким негативним виявам.



Якщо не дотримуватися правил здорового способу життя, то можна отримати деформації хребта

### Ключова ідея

Деформацією називають зміну форми тіла. Деформації тіл поділяють на пружні та пластичні. Пружні деформації — це коли тіло відновлює початкову форму після припинення зовнішньої дії. Пластичні деформації — це коли тіло не відновлює форми після припинення зовнішньої дії.

Пластичність тіла полягає в тому, що тіло легко змінює форму під дією зовнішніх тіл і не відновлює форму після припинення такої дії. Крихкість — це властивість тіл руйнуватися навіть за малих деформацій.



**Мал. 26.10.** Скло є символом крихкості. Стикери наносять на поштові відправлення з крихкими речами



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке деформація тіла?
2. Коли виникає деформація тіла?
3. Якими можуть бути деформації?
4. У чому полягає пластичність тіл? Наведіть приклади пластичних тіл.
5. Що таке крихкість? Наведіть приклади крихких тіл.
- 6\*. Наведіть приклади пружних, пластичних і крихких тіл із власного досвіду.

## § 27. Сила пружності



### Поміркуйте

У попередньому параграфі ми ознайомилися з пружністю і пружними тілами. Після припинення на них дії інших тіл пружні тіла повертаються в початковий стан. Що змушує їх це робити?

### Пригадайте

Пригадайте, як ви гралися гумовими стрічками, пружинками або м'ячами. Які спільні властивості притаманні цим тілам?



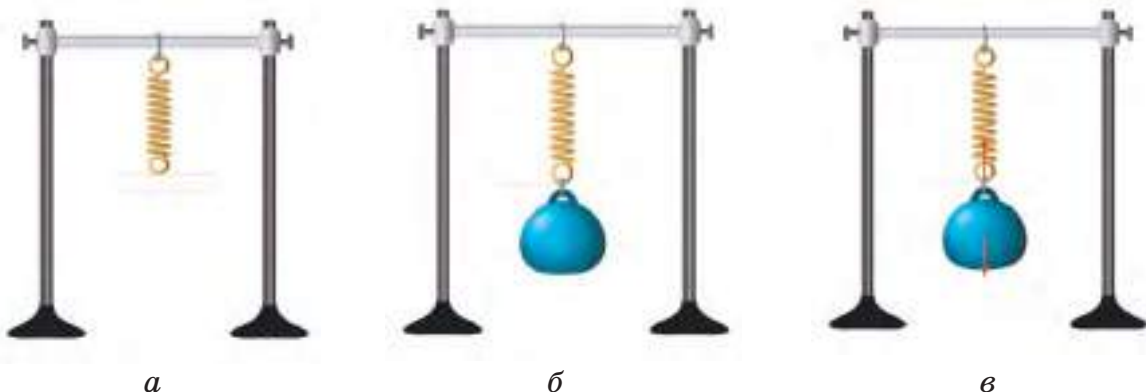
**Мал. 27.1.** Коли ми стискаємо пружину, вона деформується — стискається

### Сила пружності

Що відбувається з пружиною, коли ви стискаєте її між пальцями? Так, вона стискається (мал. 27.1).

А що відбудеться з пружиною після припинення дії пальців на неї? Вона повернеться в початковий стан. Тобто частини нерухомої до певного моменту пружини починають рухатися. Утім, ви вже знаєте, що рух тіла починається внаслідок дії на нього інших тіл. Але ж пружина починає розпрямлятися сама по собі, без видимої зовнішньої дії на неї. Отже, це відбувається не внаслідок взаємодії з іншими тілами, а через дію одних частин пружини на інші. Сила, що виникає між частинами пружини й повертає її в початковий стан, отримала назву **сила пружності**.

Слід зазначити, що сила пружності належить до **контактних сил**, що виникають унаслідок безпосереднього зіткнення тіл. А от сила тяжіння, що може діяти на відстані, належить до **безконтактних сил**, для появи яких не потрібен контакт тіл. Наприклад, Місяць притягується до Землі силою тяжіння, а от взаємодіяти з нею силою пружності він не може.



**Мал. 27.2.** Якщо до пружини, яка вільно висить на стрижні (а), підвісити тягар (б), пружина розтягнеться. Сила тяжіння буде спрямована вниз, а сила пружності пружини — вгору (в)



### Куди спрямована сила пружності?

Для відповіді на це запитання виконаємо дослід. Закріпимо на горизонтальному стрижні пружину, як показано на малюнку 27.2а, а потім підвісимо до неї тягар (мал. 27.2б). Через дію сили тяжіння на тягар пружина розтягується, а деформація пружини буде спрямована вниз. Одночасно пружина буде діяти на тягар силою пружності, яка спрямована вгору (мал. 27.2в).

Отже, сила пружності виникає в тілах під час їхньої пружної деформації й спрямована в бік, протилежний деформації.

### Як залежить сила пружності від величини деформації?

Щоб відповісти на це запитання, виконаємо дослід. До розташованої на горизонтальному стрижні пружини будемо послідовно підвішувати різну кількість однакових тягарців (мал. 27.3).

Коли тягарці стають нерухомі, це означає, що сила тяжіння, яка діє на них униз, дорівнює силі пружності, яка діє на тягарці вгору. Збільшуючи кількість тягарців у два, три або більше разів, ми збільшуємо в таку ж кількість разів силу тяжіння, а відповідно, і силу пружності.

Після підвішування одного тягарця пружина вдовжилася на відстань  $l$ , після підвішування двох тягарців — на вдвічі більшу відстань ( $2l$ ), після підвішування трьох тягарців — на втричі більшу відстань ( $3l$ ) і так далі. Тобто у скільки разів збільшується деформація пружини, у стільки ж разів збільшується сила пружності. Слід зазначити, що це правило буде діяти, лише поки пружина зазнає пружних деформацій.

*Зі збільшенням пружної деформації пружини під дією зовнішньої сили пропорційно буде збільшуватися й сила пружності.*

### Як людина використовує силу пружності?

Пружні тіла, а отже, й силу пружності, широко застосовують у побуті, на транспорті та виробництві (мал. 27.4).



**Мал. 27.3.** У скільки разів ми збільшуємо силу, що розтягує пружину, у стільки ж разів збільшуються деформація та сила пружності



**Мал. 27.4.** Приклади застосувань пружин людиною



#### Робота в парі

Зробіть із пластиліну дві кульки різного розміру та киньте їх на підлогу з однакової висоти (наприклад, із парти). Порівняйте деформацію кульок. Зробіть висновок про силу пружності, яка виникла при цьому в кожній із кульок.



**Мал. 27.5.** За допомогою динамометра можна виміряти силу тяжіння, що діє на тіло



**Мал. 27.6.** За допомогою динамометрів можна вимірювати силу м'язів рук



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що ми називаємо силою пружності?
2. У яких тілах може виникати сила пружності? Наведіть приклади.
3. Що треба зробити з тілом, щоб у ньому виникла сила пружності?
4. Як залежить сила пружності від величини деформації?
- 5\*. Як виміряти силу за допомогою динамометра?
- 6\*. 1933 року випусник Харківського автомобільного технікуму конструктор Семен Речицький побудував цирковий атракціон «Людина-снаряд». У ньому з гармати «вистрілювали» артистом, який пролітав під куполом цирку 14 метрів. Глядачі не здогадувалися, що артистів викидали з гармати не порохом, а порохом газом. Поміркуйте, на чому ґрунтувалася дія цього атракціону.

Сила пружності допомагає зміцнити наші м'язи під час занять фізкультурою та спортом із використанням різноманітного спортивного обладнання.

Більше про застосування сили пружності ви можете прочитати, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.

### Як використовувать пружини для вимірювання сил?

Оскільки пружина розтягується пропорційно силі, що її розтягує, то за величиною деформації пружини можна виміряти прикладену до неї силу. Тому пружини використовують у приладах для вимірювання сили — *динамометрах* (мал. 27.5). На шкалу динамометра наносять позначки, що відповідають певним значенням сили в ньютоні. Прикладаючи до динамометра певну силу, ми розтягуємо пружину, а на шкалі відображується значення вимірюваної сили. За зовнішнім виглядом динамометри можуть відрізнятися, але основою конструкції всіх цих приладів є пружина (мал. 27.6).



### Ключова ідея

Сила, що діє між частинами пружини й повертає її в початковий стан, отримала назву сили пружності. Сила пружності виникає в тілах під час їхньої пружної деформації й спрямована в бік, протилежний деформації.

Зі збільшенням пружної деформації пружини під дією зовнішньої сили пропорційно збільшується й сила пружності.

Людство використовує дію сили пружності від іграшок до потужного транспорту й виробничого обладнання.

Залежність величини деформації пружин від сил, що до них прикладені, використовують у вимірювальних приладах — динамометрах.



## § 28. Вага. Невагомість

### Вага тіла

Якщо взяти в долоні будь-яке тіло або тримати нитку, на якій це тіло висить, то ми відчуємо певну силу, із якою тіло діє на нашу руку (мал. 28.1).

Тіло діє на руку внаслідок притягання його до Землі. А сила, із якою тіло діє на руку, є вагою тіла.

**Вага тіла** — це сила, із якою тіло діє на опору чи підвіс.

### Як пов'язана вага тіла із силою тяжіння?

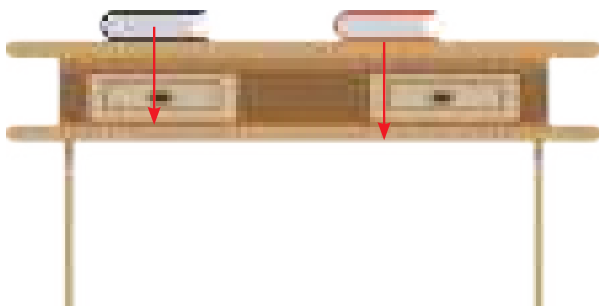
Досліди та розрахунки свідчать, що **вага тіла, яке перебуває в стані спокою, чисельно дорівнює силі тяжіння Землі, яка діє на це тіло.**

Саме ця властивість ваги дозволяє визначити масу тіл зважуванням. Тіло, що лежить на чашці ваг, тисне на них із силою, що чисельно дорівнює силі тяжіння. Оскільки сила тяжіння залежить від маси тіла, то на шкалі ваг можна одразу нанести позначення маси (мал. 28.2).

### У чому різниця між вагою тіла та силою тяжіння?

У тіла в стані спокою або тіла, що рухається рівномірно прямолінійно, вага чисельно дорівнює силі тяжіння, що діє на тіло з боку Землі. Але ці дві сили відрізняються: сила тяжіння з боку Землі діє на саме тіло, а вага тіла діє на опору чи підвіс (мал. 28.3).

Є ще одна важлива відмінність: сила тяжіння, як ми вже знаємо, є **безконтактною силою**, а вага тіла належить до **контактних сил**.



**Мал. 28.3.** Ліворуч зображена сила тяжіння, що діє на книгу, а праворуч — вага тіла



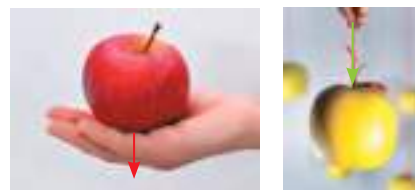
### Поміркуйте

- Що означає слово «вага»?
- Чи може вага зникнути?

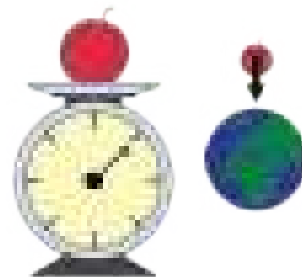


### Пригадайте

- Що таке сила тяжіння?
- Як можна визначити масу тіл зважуванням?
- Контактні та безконтактні сили.



**Мал. 28.1.** Яблуко з певною силою діє на руку, яка його тримає, або на нитку, що тримає яблуко



**Мал. 28.2.** Визначення маси тіла зважуванням ґрунтується на тому, що вага тіла в стані спокою чисельно дорівнює силі тяжіння, яка пропорційна масі тіла

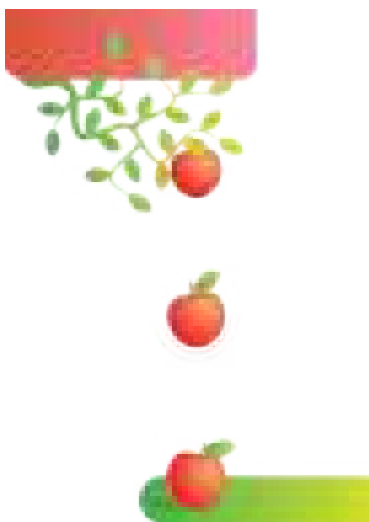


### Робота в парі

Дослід 1. Візьміть два однакові аркуші паперу та відпустіть їх одночасно з однакової висоти.

Дослід 2. Повторіть експеримент, але один аркуш зіжмакайте в кульку.

Порівняйте результати дослідів і зробіть висновок.



**Мал. 28.4.** Яблуко під час падіння на короткий проміжок часу опиняється в стані невагомості



**Мал. 28.5.** Після стрибка на парашутиста діє не лише сила тяжіння, а й опір повітря. Тому парашутист не перебуває у стані невагомості

### Коли вага тіла зникає?

На перший погляд, це дуже складне питання, але це не так. Вага — це сила, із якою тіло тисне на опору або розтягує підвіс. Якщо прибрати опору або розрізати нитку, на якій висить тіло, то воно почне падати. Ми часто стикаємося з такими ситуаціями в житті. Під час падіння, коли в тіла немає ані опори, ані підвісу, воно перебуває в невагомості (мал. 28.4).

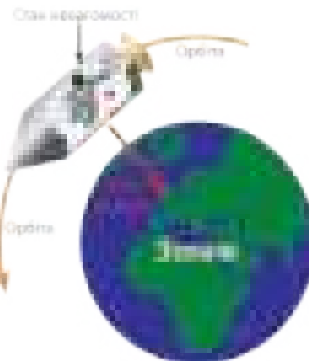
**Невагомість** — це стан, коли тіло не має ваги.

**Для того, щоб опинитися в стані невагомості, тіло має рухатися лише під дією сили тяжіння.**

Спортсмени та спортсменки також часто на мить відчувають невагомість. До речі, ви й самі опинялися в такому стані, коли стрибали у висоту або довжину на уроках фізичної культури.

На Землі забезпечити тривалий рух тіла лише під дією сили тяжіння неможливо. Навіть парашутисти, коли стрибають із літака, не зазнають стану невагомості, оскільки відразу після стрибка на них починає діяти опір повітря (мал. 28.5).

Інша ситуація в космосі. Космічні станції та штучні супутники обертаються навколо Землі і не падають лише тому, що мають достатню швидкість, яка спрямована вздовж поверхні нашої планети. Уявіть, що ви кинули горизонтально камінчик із настільки великою швидкістю, що він, падаючи, повторює кривину Землі і не може до неї потрапити. Так само у космосі рухаються космічні апарати лише під дією сили тяжіння, тому вони перебувають весь час польоту в стані невагомості. Утрачають вагу також астронавти й усе обладнання станцій і супутників (мал. 28.6).



**Мал. 28.6.** Космічна станція рухається лише під дією сили тяжіння, тому вона разом з екіпажем і обладнанням перебуває у стані невагомості





Астронавти й астронавтки на орбіті повністю втрачають вагу. Тому перед польотом у космос вони проходять тривалий курс підготовки, щоби звикнути жити за умов невагомості. Оскільки організм людини не пристосований функціонувати за таких умов, можуть виникнути неприємні відчуття: запаморочення, нудота.

### Дізнайтеся більше

Вага тіл, що рухаються зі змінною за значенням або за напрямком швидкістю, не дорівнює силі тяжіння, що діє на ці тіла.

Збільшення ваги тіл, що рухаються зі змінними швидкостями, використовують у пральних машинах. У режимі «Віджим» барабан обертається з великою швидкістю. Волога білизна також обертається всередині. Її швидкість весь час змінюється за напрямком, і вона тисне із силою на поверхню барабана. Білизна підітиса нікуди (стілки барабана втримують речі всередині), а вода стікає між волокнами тканини й виливається назовні через численні маленькі отвори.



Під час віджиму в пральній машині використовується збільшення ваги для того, щоб залишки води швидко вийшли з тканини

### Ключова ідея

Вагою тіла називають силу, із якою тіло діє на опору чи підвіс унаслідок притягання тіла до Землі. Вага тіла, що перебуває в стані спокою, чисельно дорівнює силі тяжіння, що діє на тіло з боку Землі. Сила тяжіння з боку Землі діє на саме тіло, а вага тіла діє на опору чи підвіс. Сила тяжіння — безконтактна сила, а вага тіла належить до контактних сил.

Невагомість — це стан, коли тіло не має ваги. Для того, щоб опинитися в стані невагомості, тіло має рухатися лише під дією сили тяжіння.

На Землі стан невагомості на мить виникає під час стрибка.

Космічні станції та штучні супутники обертаються навколо Землі лише під дією сили тяжіння, тому вони, а також астронавти й усе обладнання, перебувають у стані невагомості весь час польоту.

### Дізнайтеся більше



Перший астронавт незалежної України **Леонід Каденюк** під час свого польоту в космос, що відбувся 1997 року та тривав 16 днів, виконав експерименти з вивчення впливу невагомості на рослини й організм людини.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке вага тіла?
2. Як пов'язана вага тіла із силою тяжіння?
3. У чому різниця між вагою тіла та силою тяжіння?
4. Що таке невагомість? Коли тіла перебувають у стані невагомості?
- 5\*. Коли тіло кладуть на ваги, покази вимірювального приладу спочатку змінюються, а потім установлюються на певному значенні? Чому покази ваг змінюються?
- 6\*. Чому на каруселі в одні моменти ви відчуваєте збільшення власної ваги, а в інші моменти — зменшення?

## § 29. Тертя. ВИДИ тертя. СИЛА тертя



### Поміркуйте

Іноді буває потрібно перемістити меблі. Зрушити важку шафу з книгами дуже важко. А якщо всі книги вийняти із шафи, її зрушити значно легше. Як ви вважаєте, чому?



### Пригадайте

Які контактні та безконтактні сили ви знаєте?



**Мал. 29.1.** Рухатися сухим тротуаром у зручному взутті дуже комфортно



**Мал. 29.2.** Для того, щоб безпечно рухатися вкритою льодом дорогою, потрібне спеціальне взуття із шипами

### Знайомимося з тертям

На слизькому льоду важко втриматися на ногах. На сухому асфальті рухатися значно легше. А ось коли ми падаємо на асфальт, то збиваємо коліна та лікті. Усе це пов'язане одним і тим самим явищем. Це явище — *тертя*. Воно виникає, коли намагаються рухати або рухають тіло поверхнею іншого тіла. Сили, що виникають під час тертя, отримали назву *сили тертя*. Оскільки сили тертя виникають у місці контакту тіл, то ці сили належать до контактних сил.

Саме ці сили дозволяють нам легко рухатися тротуаром (мал. 29.1). Майже повна відсутність сил тертя робить рух слизьким льодом не лише незручним, а ще й небезпечним — пригадайте, скільки людей узимку травмується через ожеледицю (мал. 29.2).

Саме сили тертя не дозволяють зрушити з місця важкий вантаж або потрібні значні зусилля для того, щоб його перемістити (мал. 29.3).

### Про тертя спокою

Коли ми відштовхуємося взуттям від дороги або коли вантаж утримується тертям нерухомо на похилій площині (мал. 29.4), ми стикаємося із *тертям спокою* й, відповідно, із *силою тертя спокою*.

Сила тертя спокою виникає, коли одне тіло намагаються зрушити поверхнею іншого тіла.

Сила тертя спокою спрямована вздовж поверхні тіл, які контактують, та в бік, протилежний до сили, що намагається зрушити одне тіло поверхнею іншого, й дорівнює їй (мал. 29.5).



**Мал. 29.3.** Зрушити з місця вантаж буває дуже важко навіть удвох



**Мал. 29.4.** Якби не сила тертя спокою, то важкий ящик зісковзнув би вниз



**Мал. 29.5.** Сила тертя спокою й зовнішня сила: вони дорівнюють одна одній і спрямовані протилежно

Тертя спокою відіграє важливе значення у природі та в нашому житті. Якби не було тертя спокою, то за найменшого нахилу поверхні все сковзало б вниз, розв'язалися б усі вузли, тканини розпалися би на окремі волокна, сніг та лід не утримувалися би на схилах гір, камені з гірських вершин скотилися б вниз до підніжжя, зникли би піщані бархани. І головне — ми б із вами не зрушили з місця, оскільки саме сила тертя спокою надає людям, тваринам, наземним транспортним засобам можливість зрушити з місця (мал. 29.6).

### Про тертя ковзання

Коли зовнішня сила, що діє на тіло, зростає до певної межі, сила тертя спокою досягає свого максимального значення, й тіло зрушує з місця — починає ковзати поверхнею іншого тіла (мал. 29.7). Тепер між контактуючими поверхнями діє **сила тертя ковзання**.

Сила тертя ковзання завжди спрямована в бік, протилежний напрямку руху тіла (мал. 29.8).

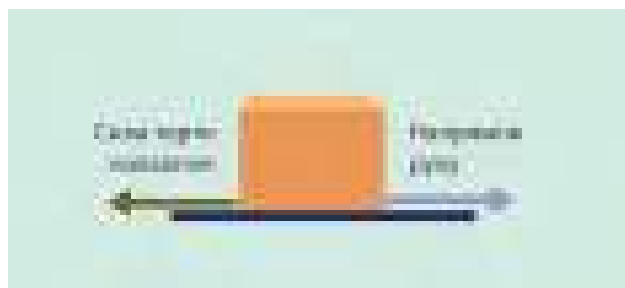
Оскільки напрямки руху тіла й сили тертя ковзання протилежні, тертя заважає руху: після того



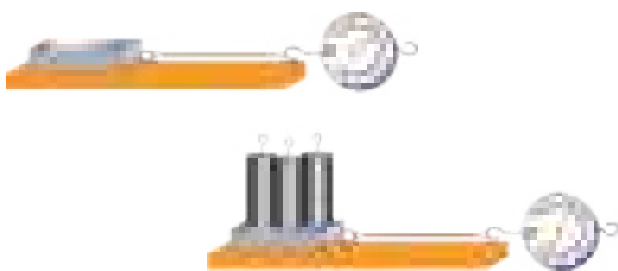
**Мал. 29.7.** Коли санки ковзають по снігу, то між полоззями і снігом діє сила тертя ковзання



**Мал. 29.6.** Поверхню автомобільних шин роблять такою, щоб вона якнайсильніше «чіплялася» за поверхню дороги. Зітертий протектор шини може створити небезпеку під час руху. Сучасні шини оснащують спеціальними «маячками» — кольоровими стрічками в середині протектора, які стають видимими в разі граничного зносу шин



**Мал. 29.8.** Напрямки руху тіла й сили тертя ковзання завжди протилежні



**Мал. 29.9.** Сила тертя ковзання помітно зростає після того, як на брусок поклали вантаж



**Мал. 29.10.** Рухати тіло гладенькою поверхнею дерев'яної дошки набагато легше, ніж по піску



**Мал. 29.11.** Мастилом змащують поверхні деталей машин та механізмів для зменшення сили тертя

як дія сили, що рухає тіло, припиняється, тіло через певний час обов'язково зупиниться.

*Сила тертя ковзання залежить від того, як сильно тіло, що ковзає, тисне на поверхню, якою рухається.* Чим більша ця сила, тим більшою буде сила тертя ковзання (мал. 29.9).

Також *сила тертя ковзання залежить від того, якою поверхнею ковзає тіло:* гладенькою чи шорсткою (мал. 29.10).

Для зменшення тертя ковзання можна використати спеціальні рідини — мастила (мал. 29.11).

Дізнатися, як людина використовує силу тертя ковзання ви можете, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфа.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке тертя?
2. До якого типу сил належать сили тертя?
3. Що таке сила тертя спокою? Які її властивості?
4. Що таке сила тертя ковзання? Куди вона спрямована?
5. Від чого залежить сила тертя ковзання?
6. Для чого використовують мастило?
- 7\*. Коли пересувають підлогою важкі меблі, під ніжки часто просувають цупку тканину. Тоді штовхати меблі набагато легше. Поясніть, навіщо так роблять.



### Домашній експеримент

Візьміть шматок твердого сиру і спробуйте розрізати його: спочатку ножем, а потім міцною тонкою ниткою. У якому випадку це легше робити? Як ви вважаєте, чому?



### Ключова ідея

Дія сил тертя спостерігається, коли намагаються рухати або рухають тіло поверхнею іншого тіла. Існують сили тертя спокою, тертя ковзання та тертя кочення.

Сила тертя спокою спрямована вздовж поверхні тіл, що контактують, або спрямована в бік, протилежний силі, яка намагається зрушити одне тіло поверхнею іншого, й дорівнює їй.

Сила тертя ковзання спрямована в бік, протилежний напрямку руху тіла. Вона залежить від того, як сильно тіло, що ковзає, давить на поверхню, і від того, якою саме поверхнею ковзає тіло. Змащування поверхонь мастилом зменшує тертя ковзання.



## § 30. Опір середовища

### Рух у повітрі або воді

Багато хто любить спостерігати за спортивними змаганнями. Ми дуже радіємо перемогам наших спортсменів, особливо встановленню ними нових рекордів. А чи замислювалися ви, чому рекорд із бігу на 100 метрів становить близько 10 секунд, а рекорд із плавання на 100 метрів — близько 50 секунд? Адже плавець використовує і руки, й ноги, а бігун здебільшого лише ноги. Така різниця у швидкості руху людини у воді й на суші зумовлена тим, що вода гущіша за повітря й чинить більший опір руху (мал. 30.1).

Ці та ще багато інших прикладів є проявом *опору середовища* руху тіл. Це явище виникає, коли будь-яке тіло рухається в газоподібному або рідкому середовищі.

*Опір середовища* — це явище перешкодження руху тіл у газах або рідинах.

Найчастіше ми стикаємося з опором середовища під час руху тіла в повітрі або воді.

### Сила опору

Із боку середовища (повітря або води) на тіло, що рухається, діє *сила опору, яка спрямована в бік, протилежний напрямку руху*. Цим вона подібна до сили тертя ковзання, яка також спрямована в бік, протилежний напрямку руху й перешкоджає цьому руху. Але існують певні відмінності між цими двома силами.

*Сила опору залежить від швидкості тіла* — зі зростанням швидкості сила також зростає. До того ж для малих швидкостей це зростання досить повільне, а на великих швидкостях (наприклад, для повітря це сотні метрів за секунду) сила опору стрімко зростає під час спроб розігнати тіло до більших швидкостей.

*Немає сили опору спокою* — зі зменшенням швидкості сила опору також зменшується і досягає нуля, коли тіло зупиняється. Але тепер найменша зовнішня дія зрушить тіло з місця. Наприклад, важкий човен на воді може зрушити з місця навіть дитина, а на березі цей човен будуть штовхати декілька чоловіків.

### Поміркуйте

- Є рекорди швидкості в природі та техніці. Чому ж так важко їх перевищувати?
- Чому конструктори надають літакам заокругленої форми? Чому в більшості мешканців моря видовжена й округла форма тіла?
- Як бігти легше: берегом моря або річки чи по коліно у воді? Поміркуйте, чому.



### Пригадайте

- Допомагає чи заважає сила тертя ковзання руху тіла?
- Куди завжди спрямована сила тертя ковзання відносно напрямку руху тіла?



**Мал. 30.1.** Людина бігає суходолом у п'ять разів швидше, ніж пливе у воді



**Мал. 30.2.** За зовнішнім виглядом потягів легко визначити, який із них може рухатися з більшою швидкістю



**Мал. 30.3.** Обтічні форми літаків дозволяють літати швидше й витрачати менше пального



**Мал. 30.4.** Обтічна екіпіровка допомагає встановлювати нові рекорди



Уявіть, що конструкторське бюро "Південне" у Дніпрі отримало замовлення від Ілона Маска на виготовлення космічного корабля, який буде стартувати зі штучного супутника Землі на Місяць. Чи обов'язково цьому кораблю мати обтічну форму?

*Сила опору залежить від форми тіла* — за однакових розмірів і швидкостей руху на тіло у формі краплі або кулі буде діяти менша сила опору, ніж на куб або циліндр.

Сучасні високошвидкісні потяги можуть розвивати значні швидкості завдяки своїй формі, на відміну від тихохідних тепловозів ХХ століття (мал. 30.2).

### *Як людина та природа зменшують силу опору*

Для зменшення сили опору тілу потрібно надати форми, яка зменшить силу опору. Тому конструктори й інженери надають повітряним та водним транспортним засобам (літакам, суднам, підводним човнам) форми, близької до видовженої кулі або краплини. Таку форму тіла називають обтічною (мал. 30.3).

Ті, хто займається плаванням, велосипедним або ковзанярським спортом, вдягають спеціальні обтічні шоломи та костюми, щоб звести силу опору до мінімуму й досягти нових рекордів (мал. 30.4).

Природа ще задовго до появи людини у процесі еволюції «наділила» птахів і мешканців морів такими



**Мал. 30.5.** Сапсан складає крила, щоб розвинути максимальну швидкість



**Мал. 30.6.** Мешканці морських глибин мають здебільшого обтічні форми



формами, аби вони могли розвивати високі швидкості. Сапсан може розвивати рекордну швидкість (до 320 км/год). Щоб зменшити силу опору руху, сапсан складає крила, притискує їх до тулуба й «падає» з неба на здобич (мал. 30.5).

Більшість мешканців морських глибин мають обтічну форму, яка полегшує пересування у воді (мал. 30.6).

### Дізнайтеся більше

Здається, щоб рухатися в повітрі або воді, потрібно зменшувати силу опору якнайменше та зробити форму тіл обтічною.

Але це не так для парусних суден, якими людство користувалося впродовж тисячоліть.

Корпуси суден справді робили такими, щоб сила опору води була найменшою. А от вітрила повинні були мати форму, за якої сила опору повітря була б найбільшою.

Вітер із великою силою опору діє на вітрила суден, а ті рухають судна в бік, куди дме вітер. Чим більший опір вітру чинять вітрила, тим більшою є сила, з якою вітер штовхає судно.



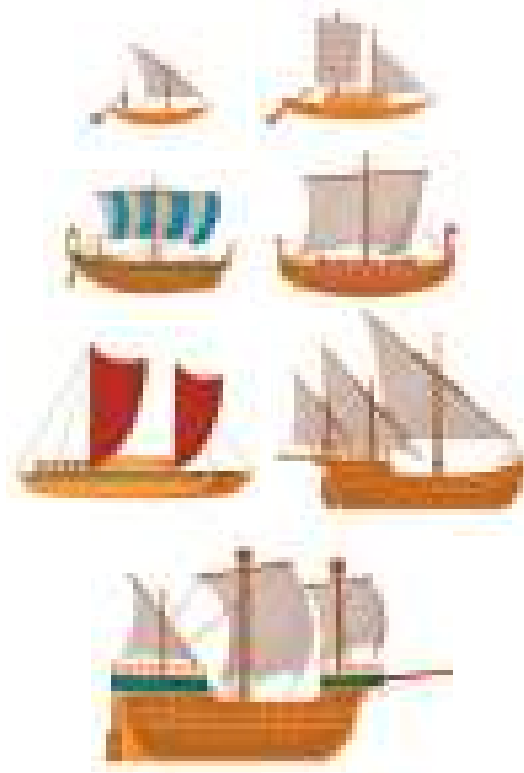
Саме вітер за рахунок великої сили опору вітрил рухає судно вперед

### Ключова ідея

Опір середовища виникає під час руху тіла в газі або рідині. Сила опору спрямована в бік, протилежний напрямку руху.

Сила опору залежить від швидкості тіла та його форми. За збільшення швидкості сила опору зростає.

Для зменшення сили опору тілам надають обтічної форми. Природа надала мешканцям повітря та морських глибин обтічної форми тіла.



У різних народів у різні часи були схожі вітрильні судна



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Коли виникає опір середовища?
2. Що називають силою опору?
3. Назвіть властивості сили опору.
4. Як зменшити силу опору?
- 5\*. Дніпром курсують судна на підводних крилах. Під час їх руху можна помітити, що судно досягає найбільшої швидкості, коли піднімається над водою. Чому не можна досягти таких самих швидкостей, коли корпус судна перебуває у воді?

## § 31. Рух у природі й техніці. Реактивний рух



### Поміркуйте

- Ми вважаємо, що скелі ніколи не зрушать із місця. Але чи так це насправді?
- Під час надування повітряної кульки іноді вона виринає з рук і безладно літає кімнатою. Чому це відбувається?

### Пригадайте

- Чому верхівки саджанців дерев у саду, посаджені минулого року, цього літа піднялися ще вище?
- Пригадайте будову Сонячної системи та нашої галактики Чумацький Шлях.

### Рух у неживій природі

Усе в природі рухається. Об'єкти як живої, так і неживої природи перебувають у русі, навіть якщо ми його не помічаємо. А от швидкість руху може бути різною.

Якщо подивитися навкруги, то всюди ми побачимо приклади руху: тече вода в річці, падають краплини дощу, вітер несе хмари небосхилом, здіймається вгору пил тощо.

Але деякі прояви руху ми не помічаємо через дуже малу швидкість. Зверніть увагу на фотографії, зроблені в одному місці через однаковий проміжок часу (мал. 31.1). На них можна простежити зміни, які відбуваються у природі впродовж року.

А що б ми побачили, якби фільмували поверхню Землі протягом сотень мільйонів років? На фотознімках було б видно, як змінювалися контури континентів, океанів і морів (мал. 31.2).

З одного континенту Пангея за цей період утворилися спочатку два континенти: Лавразія та Гондвана, а потім і сучасні Північна Америка, Південна Америка, Антарктида, Африка, Євразія й Австралія.

Прикладами руху в неживій природі також є морські хвилі та течії, вітри, колообіг води тощо.

### Рух небесних тіл

Рух притаманний не лише тілам на Землі. Якщо дивитися в нічне небо впродовж декількох годин, то можна помітити, як рухаються зорі й Місяць. А рух Сонця від сходу до заходу ми спостерігаємо щодня.



Мал. 31.1. Чотири сезони. Алея Герренхаузен у Ганновері, Німеччина





**Мал. 31.2.** Так змінювалася Земля впродовж 225 мільйонів років

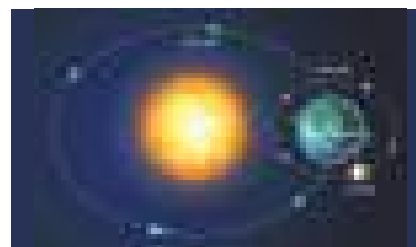
У давні часи люди вважали, що це небесні світила рухаються відносно нерухомої Землі. Але сьогодні доведено, що Земля обертається навколо власної осі і навколо Сонця. Місяць також рухається і навколо Землі, і разом із нею — навколо Сонця (мал. 31.3).

Навколо Сонця обертаються й усі тіла Сонячної системи. А Сонце й інші зорі рухаються навколо центра нашої Галактики — Чумацького Шляху. А Галактики рухаються одна відносно одної.

### Рух у живій природі

Тварини активно рухаються в пошуках їжі, тікають або ховаються від ворогів (мал. 31.4), змінюють місце проживання в разі погіршення умов або через сезонні зміни погоди тощо (мал. 31.5).

Рослини також можуть рухатися. Їм притаманні ростові рухи, зумовлені впливом світла, сили тяжіння, тиску, вітру тощо (мал. 31.6, с. 90).



**Мал. 31.3.** Річні й добові рухи Землі та Місяця



**Мал. 31.4** Рух у живій природі — часто питання життя та смерті



**Мал. 31.5.** Восени дикі качки збираються у зграї і прямують у теплі краї



**Мал. 31.6.** Бамбук росте надзвичайно швидко. Залежно від виду рослини та умов середовища, за добу стебло може вирости на 50–90 см



**Мал. 31.7.** Дія побутових або кухонних приладів ґрунтується на різноманітних рухах



### Дослід

Разом із дорослими дослідіть ростові рухи кімнатної рослини на своєму підвіконні.

Поверніть горщик із рослиною на 180 градусів. Зверніть увагу на положення листків. Визначте, чи змінилося воно за годину, за 12 годин, за добу. Опишіть ці зміни в зошиті або зробіть фотозвіт дослідження.

Багато рослин дають паростки на коренях. Так вони розмножуються й «захоплюють» простір навколо себе.

А ще всередині рослин рухаються рослинні соки, у яких різні речовини транспортуються від коренів до листя і навпаки.

### Рух у техніці

Прикладів руху в техніці можна навести дуже багато. Рухаються транспортні засоби, стрілки годинників, ліфти, побутові прилади, деталі верстатів і механізмів на виробництві (мал. 31.7).

### Реактивний рух

*Реактивним рухом* називають рух тіла, який виникає під час відділення від тіла його частини з певною швидкістю, завдяки чому тіло рухається в протилежний бік.

Імовірно, уперше реактивний рух людина використала в Стародавньому Китаї. Адже саме там винайшли порох і виготовили перші порохові ракети. Їх використовували не лише під час війни, а й для святкових феєрверків (мал. 31.8).

Сьогодні людство використовує реактивний рух у сучасних реактивних літаках, суднах із водометними двигунами, космічних ракетах. Ці транспортні засоби можуть розвивати великі швидкості.

Словосполучення «реактивний рух» зазвичай наводить на думку про надсучасні ракети чи реактивні літаки. Утім, не лише транспортні засоби ґрунтуються на реактивному русі. Живі організми вже сотні мільйонів років використовують цей вид руху. Так, кальмари, восьминоги й каракатиці переміщують-



**Мал. 31.8.** Порохові ракети для запуску феєрверків від часів Давнього Китаю майже не змінилися



**Мал. 31.9.** Медузи використовують реактивний рух



**Мал. 31.10.** Скажений огірок ось-ось «вибухне»

ся саме завдяки реактивному руху. Вони набирають воду у спеціальну порожнину свого тіла та із силою її виштовхують. Тіло тварини починає рухатися в протилежний бік, що є прикладом реактивного руху.

Рух медузи також реактивний: вона виштовхує із себе воду й у такий спосіб рухається в товщі води (мал. 31.9).

Приклади реактивного руху є і в рослинному царстві. Стиглий плід огірка-пирскача, або скаженого огірка, за найменшого дотику вибухає та розкидає навкруги своє насіння (мал. 31.10).

### Дізнайтеся більше



**Юрій Васильович Кондратюк**  
(1897 р. — дата смерті невідома)

Український учений-винахідник, який зробив значний внесок у розробку ракетної техніки й космічних польотів. Багато ідей Юрія Кондратюка використано в практичній космонавтиці, зокрема під час планування висадки американських астронавтів на Місяць (1969 р.). Іменем Кондратюка на зворотному боці Місяця названо кратер.

### Ключова ідея

Рух притаманний об'єктам неживої та живої природи.

Реактивним рухом називають рух тіла, який виникає під час відділення від тіла його частини з певною швидкістю, за рахунок чого тіло рухається в протилежний бік.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Наведіть приклади руху в неживій і живій природі.
2. Наведіть приклади руху в техніці.
- 3\*. Як великі морські хвилі біля берегів використовують спортсмени?
- 4\*. Який рух можна продемонструвати за допомогою повітряної кульки? Наведіть приклади цього руху в техніці та в живій природі.
- 5\*. Молюск Наутилус не має ані плавників, ані хвоста, як у риб. Завдяки чому він рухається в товщі води? Опишіть цей спосіб.
- 6\*. Які тіла з наведеного переліку належать до неживої природи, і які — до живої? Морська течія Гольфстрім; бджола, що збирає нектар; заєць, що тікає від лисиці; приплив, що настає на берег; квітка, що розпускається; снігова лавина; дрефт материків.

## § 32. Періодичність. Циклічність

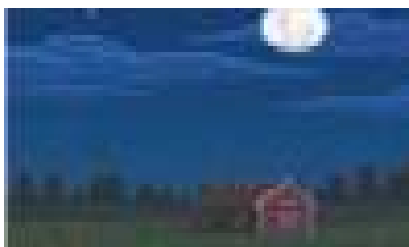
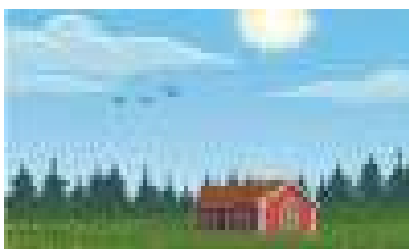
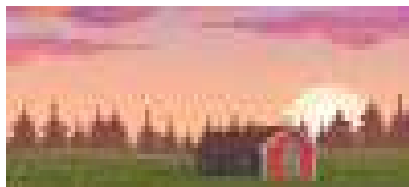
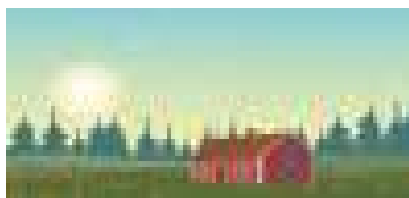


### Поміркуйте

Чи повторюються в природі явища та процеси?

### Пригадайте

- Що називають географічною оболонкою Землі?
- Які види руху ви знаєте?
- Чому змінюються пори року?



**Мал. 32.1.** Небесні світила з'являються на нашому небі через певні проміжки часу

### Періодичність

Ми вже говорили, що всі оболонки Землі (геосфери) взаємодіють між собою, створюючи географічну оболонку. Деякі процеси такої взаємодії повторюються або «йдуть по колу». Тобто природним явищам властива певна **періодичність і циклічність**.

Явища, які відбуваються або настають через певні проміжки часу, повторюються час від часу, називають **періодичними явищами**. Слово «період» у перекладі з грецької означає «чергування». Так, припливи чергуються з відпливами, а день із ніччю (мал. 32.1).

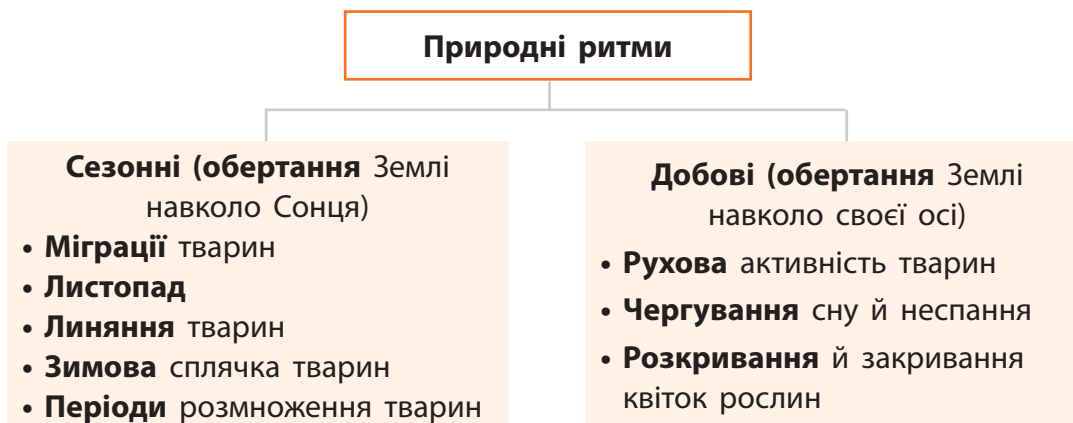
### Біоритми

Періодичні явища в живій природі називають **біоритмами**. Вони можуть бути добовими, сезонними, місячними, річними та багаторічними.

Упродовж року через обертання Землі навколо Сонця відбувається чергування сезонів. А оскільки періодично змінюються кліматичні умови, рослини виявляють ознаки пристосованості до зміни умов життя. Зміни зовнішнього вигляду, процесів росту й розвитку організмів упродовж року відповідно до чергування його сезонів називають **сезонними ритмами** (мал. 32.2).



**Мал. 32.2.** Залежно від сезону змінюються зовнішній вигляд, процеси росту та розвитку рослин



Сезонні природні явища, такі як квітування рослин, опадання листя, міграції птахів, зимову сплячку тварин тощо, вивчає наука *фенологія*.

Зміни стану організмів упродовж доби називають *добовими ритмами*. Пригадайте, як рослини вранці розкривають квітки, а увечері їх закривають. Або як соняшники повертають свої квітки, «слідкуючи» за переміщенням Сонця небосхилом.

Більшість науковців вважають, що біологічні ритми живих організмів регулюються особливим механізмом — «біологічним годинником», який визначає здатність організму реагувати на плин часу.

### Біоритми в людини

Людина — компонент живої природи, і їй також притаманні біологічні ритми, які можуть час від часу змінюватися (мал. 32.3). Ритми впливають на системи органів людини, а тому завдяки біоритмам можна зробити висновок про стан здоров'я нашого організму.

Розгляньмо добові, сезонні та річні біологічні ритми в людини. Ви, можливо, чули, що людей умовно поділяють на «сов», «жайворонків» та «голубів». Пояснення цього дуже просте — усе залежить від характеру добових біоритмів. Люди-«сови» найактивніші в другій половині дня, увечері або вночі, вони пізно лягають спати. А от люди-«жайворонки» прокидаються енергійні вранці. Людям-«голубам» не важливо, коли прокидатися, адже вони однаково завзяті в будь-який час доби.

Коли ми говоримо про сезонні біоритми, то варто зазначити, що вони певною мірою впливають на здоров'я людини. Так, щоосені або ж ранньою весною поширюються вірусні захворювання, частіше

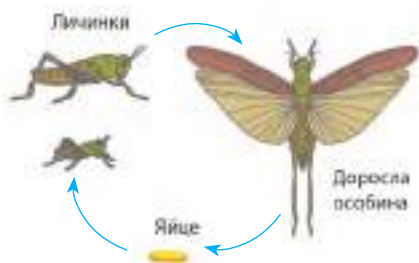


#### Дослід

Біле латаття, що росте на Шацьких озерах, розкриває пелюстки о 7-й годині, а закриває — о 19-й годині. Скільки годин триває день у латаття? Чому цей "годинник" не працює в похмурий день?



**Мал. 32.3.** Час — це важливий чинник, на який реагує організм людини. Здатність його відчувати називають «біологічним годинником»



**Мал. 32.4.** Життєвий цикл коника



**Мал. 32.5.** Життєвий цикл метелика

виникають алергії, порушення роботи серцево-судинної системи. Через розлад біоритмів погіршується самопочуття й слабшає імунітет.

Часто люди, які належать до «жайворонків», але працюють уночі, відчувають втому й слабкість, їхній організм не може швидко відновитися під час відпочинку, а тому вони стають більш вразливими до застуд.

Аби організм працював правильно й злагоджено, намагайтеся лягати спати й прокидатися в один і той самий час, вимикайте телевізор та девайси за годину до сну й перед відпочинком обов'язково прийміть теплу ванну.

### Циклічність

Слово «цикл» у перекладі з грецької означає «круг, коло, круговерть». У природничих науках **циклом** називають сукупність взаємозв'язаних явищ, процесів, що утворюють закінчену послідовність розвитку впродовж певного проміжку часу. Також циклом називають послідовні події, що повторюються.

**Життєвий цикл** у біології — це послідовність стадій розвитку, що відбувається з організмами від народження до завершення життя.

Наприклад, у життєвому циклі коників, бабок, тарганів та деяких інших комах виділяють три фази: яйце → личинка → доросла комаха (мал. 32.4). А життєвий цикл метеликів, жуків, бліх тощо складається із чотирьох фаз: яйце → личинка → лялечка → доросла комаха (мал. 32.5).

Зверніть увагу, що личинки у цих двох циклах відрізняються за зовнішніми ознаками.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке біоритми? Наведіть приклади біоритмів.
2. Наведіть приклади циклічних явищ у природі.
3. Чи можна колообіг води в природі назвати циклом? Чому?
- 4\*. Розгляньте зображення сонячного годинника. Поміркуйте, чому його створено у вигляді кола.



- 5\*. Поміркуйте, із чим пов'язане зменшення маси тіла деяких тварин узимку.

### Дізнайтеся більше

У XVIII столітті французький астроном Жан-Жак д'Орто де Меран, спостерігаючи за змінами життєвих процесів у рослин, відкрив явище біологічної ритмічності. Відтоді було зібрано чимало матеріалів щодо різноманіття біоритмів у доквіллі.

Вивченням біоритмічних процесів займається галузь науки — хронобіологія (від грец. хронос — час).



### Ключова ідея

Природні явища бувають періодичними та циклічними. Біоритми — це періодичні явища в живій природі. Розрізняють добові, місячні, сезонні й багаторічні біоритми.



## § 33. Рухи організмів

### Рух як властивість живого

У живій природі ми часто спостерігаємо різноманітні рухи. Завдяки цьому процесу організми можуть переміщуватися у сприятливі умови для життєдіяльності, орієнтуватися в просторі, будувати гнізда, передавати умовні соціальні сигнали, підтримувати чистоту тіла тощо. Рух тварин є активним і цілеспрямованим процесом. Це означає, що організми для досягнення власних цілей витрачають енергію, яку потім потрібно буде поповнити. Слід зазначити, що процес руху властивий організмам на будь-якому рівні організації.

### Рухи рослин

Для рослин характерний пасивний рух, що значно відрізняється від активних рухів тварин. Утім є винятки. Приміром, хламідомонада — одноклітинна водорість, яка рухається за допомогою довгих виростів на тілі — джгутиків (мал. 33.1).

Одним із видів рухів рослин є *верхівковий ріст* — це ріст пагонів і коренів у довжину (мал. 33.2). Він зумовлений нерівномірним наростанням клітин і є необмеженим. Завдяки зонам росту пагони стають вищими, а корінь заглиблюється у ґрунт.

Багато рослин розкривають свої квітки вдень, а закривають уночі. Ці рухи також зумовлені впливом Сонця. За високого рівня освітленості квітка відкривається, а коли світла не вистачає — закривається. А ще квітки можуть розкриватися й закриватися внаслідок струсу, коли на них сідає комаха. У венериної мухоловки видозмінений листок. Цей ловчий апарат рослини-хижака виконує цілеспрямовані рухи. На листовій пластинці є чутливі волоски: варто комасі лише доторкнутися — листок швидко закривається. Рослина «вполювала» здобич (мал. 33.3, с. 96).

Виокремлюють колові або коливальні рухи рослин, як-от: обвивання навколо опори пагонів лянчи вусиків гороху (мал. 33.4, с. 96). Такі рухи забезпечуються зміною швидкості росту клітин у в'юнких стеблах.

### Поміркуйте

Чим відрізняється рухливість живих і неживих об'єктів?

### Пригадайте

- Що таке рух?
- Які рухи рослин і тварин вам відомі?



**Мал. 33.1.**  
Одноклітинна зелена водорість хламідомонада



**Мал. 33.2.**  
Ростові рухи — зміни положення частин рослин



### Разом із дорослими

Посадіть на підвіконні одночасно насінини декількох рослин (помідори, огірки, капуста, редиска, горох, квасоля тощо). Порівняйте швидкість їхнього проростання та швидкість росту їхніх пагонів. Робіть вимірювання через повні проміжки часу та заповнюйте порівняльну таблицю. За можливості зробіть фотозвіт.



**Мал. 33.3.** Венерина мухоловка — трав'яниста рослина-хижак, яка приваблює комах особливим запахом



**Мал. 33.4.** Вусики гороху — це видозмінені листки, що підтримують стебло в певному положенні



**Запитання для повторення й засвоєння**

1. Що таке рух? Які особливості руху рослин і тварин?
2. Як довести, що рослини ростуть верхівкою стебла та кінчиком кореня?
3. Що станеться, якщо тварини не зможуть активно рухатися?

## Рухи тварин

Тваринам притаманний переважно активний рух, який забезпечує розвиток органів чуття, пошук їжі та її захоплення, розселення, розмноження тощо.

Рухи тварин дуже різноманітні. У таблиці 3 наведено найпоширеніші способи руху тварин.

**Таблиця 3. Найпоширеніші способи руху тварин**

Рух	Організми, для яких властивий цей вид руху
Біг 	Ссавці, деякі птахи (страус)
Ходьба 	Ссавці, плазуни, деякі комахи (хрущ, муха), деякі водні тварини, що ведуть придонний спосіб життя (морський їжак, морська зірка тощо)
Стрибки 	Ссавці (кенгуру, зайці, тушканчики), птахи (горобці), жаби
Повзання 	Змії, черви, личинки комах
Політ 	Махальний: комахи, птахи, кажани. Ширяючий: орли, грифи, чайки, білки-летяги
Плавання 	Риби, морські ссавці, черепахи, пінгвіни
Риття 	Дощовий черв'як, вовчок, кріт, сліпак, голий землекоп

Про рухи клітин та одноклітинних організмів ви можете ознайомитись, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфу.



### Ключова ідея

Рух організмів — це процес зміни просторового розташування тіла відносно інших тіл. Рух одноклітинних організмів забезпечується здебільшого джгутиками. Для рослин характерний пасивний рух, оскільки вони ведуть прикріплений спосіб життя. Активні рухи тварин — це біг, ходьба, стрибки, повзання, плавання, політ, риття тощо.





## § 34. Пристосування організмів до гравітації

### Пристосування рослин до гравітації

Без гравітації не існувало б життя на нашій планеті. Вона утримує все, що перебуває на поверхні Землі, Місяць — на орбіті навколо Землі, а Землю й інші планети — на орбіті навколо Сонця. Саме завдяки гравітації сформувалася наша Сонячна система. Також вона впливає на життя організмів — зумовлює їхні розміри, будову, швидкість обмінних процесів тощо.

Рослини напрямок до центру Землі визначають дуже точно. Так, коріння насінини, що проростає, спрямовується вглиб ґрунту (мал. 34.1).

А от до життя у невагомості (коли відсутня вага) рослини не пристосовані. Астронавти дослідним шляхом з'ясували, що рослини в космосі можна вирощувати лише за умов штучно створеної сили тяжіння (мал. 34.2).

### Пристосування тварин до гравітації

Усі організми «ведуть безперервну боротьбу» з гравітацією. У прадавні часи, коли життя існувало лише у воді, організми не так «страждали» від сили тяжіння. Адже у воді вага організму, що є результатом дії сили тяжіння, рівномірно діє по всій поверхні тіла, а не тільки на кінцівках. Як наслідок — у водних істот формувалися менш міцні силові елементи



**Мал. 34.1.** Рослини на Землі відчувають дію земного тяжіння й ростуть уздовж лінії дії сили тяжіння



### Поміркуйте

- Чому всі предмети на Землі, якщо їх штовхнути, падають дотолу?
- Що з нами станеться, якщо зникне гравітація?

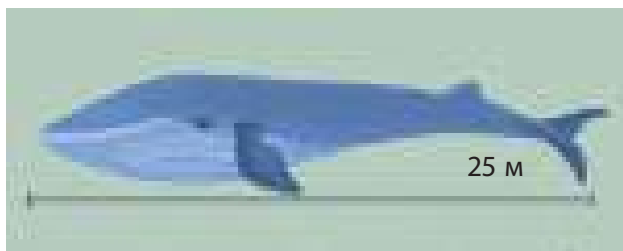


### Пригадайте

- Що таке гравітація?
- Коли виникає стан невагомості?
- Як гравітація пов'язана із силою тяжіння?



**Мал. 34.2.** Щоб на борту космічної орбітальної станції вирощувати рослини, треба створити штучну силу тяжіння



**Мал. 34.3.** Блакитний кит. Його скелет становить 1/10 частину від загальної маси тіла

(скелети), ніж у наземних. Так, кити мають величезні розміри й порівняно невеликий скелет (мал. 34.3). Тому якщо кит випадково потрапить на сушу і зіткнеться з дією гравітації, він буде абсолютно безпомічним.

Рослини і тварини в ході еволюції опанували суходіл, а їхні тіла поступово адаптувалися (приспосувалися) до збільшеного впливу сили тяжіння. Відбувалися зміни будови й форми тіл. Процеси обміну речовин ставали більш інтенсивними, тому організми потребували більше їжі та кисню.

За напрямком сили тяжіння організми можуть визначати своє розташування в просторі. На відміну від рослин, тварини мають спеціальні органи рівноваги (крім найпростіших і губок). У людини і хребтних тварин рівновага забезпечується **вестибулярним апаратом**.

Вестибулярний апарат людини сприймає зміни положення тіла в просторі, швидкості руху людини, дію на організм сил тяжіння (мал. 34.4).



**Мал. 34.4.** Вестибулярний апарат людини відповідає за відчуття рівноваги, підтримку постави, зміну напрямку й швидкості руху

### Прийстосування організму людини до гравітації

Організм людини адаптований до того, що внаслідок дії земного тяжіння всі органи мають вагу. Наші ноги тиснуть на землю, а земля тисне на них. Внутрішні органи тиснуть один на одного, і це для нас звично й природно.

Але якщо людина певний час перебуватиме у стані невагомості, приміром, на борту космічної станції на орбіті Землі, її організм зазнає негативних змін.

В астронавтів, які тривалий час перебувають у невагомості, змінюється відчуття рівноваги. Їхні кістки стають менш щільними, що робить їх крихкими й ламкими, м'язи втрачають міцність. Особли-



#### Дослід

Зробіть за допомогою крейди, скотчу, мотузки або інших матеріалів широку та вузьку смуги завдовжки 3-5 метрів. На проходження якої смуги ви витрачаєте менше часу? Із чим це пов'язано?



во страждають ноги. Адже в стані невагомості їм не потрібно напружуватись, і вони втрачають силу. Це підвищує ризик переломів. Також виникають проблеми зі сном.

Наслідком перебування в невагомості є також цікавий ефект. Оскільки на хребет в такому стані нічого не тисне, він розпрямляється. І в результаті людина може «вирости» на 2–4 см. Астронавт із Японії Норішіге Канаї, який виконував під час польоту обов'язки лікаря, стверджує, що його зріст збільшився аж на 9 см!

### Дізнайтеся більше

У командах, які працюють на космічних станціях, завжди є біологи та лікарі, які спостерігають за організмом людини в незвичних для неї умовах невагомості. А ще їхня дослідницька діяльність допомагає звичайним людям на Землі. Навіть з'явилася нова галузь — космічна медицина, яка стрімко розвивається.

У деяких країнах вищі навчальні заклади вже почали навчати студентів за спеціальністю «космічна медицина». Передбачають, що «космічні лікарі» зможуть допомогти людям і на Землі, зокрема хворим на остеопороз. Адже зниження кісткової маси в умовах невагомості дуже схоже на симптоми цієї хвороби. А дослідження стану м'язів за умов невагомості, можливо, допоможуть людям із обмеженою рухливістю.

### Ключова ідея

Гравітація зумовлює розміри й будову тіла живих організмів, швидкість обмінних процесів тощо.

Рослини не мають спеціальних органів рівноваги. У людини і хребетних тварин рівновагу забезпечує вестибулярний апарат. Вестибулярний апарат людини сприймає зміни положення тіла в просторі, швидкість руху людини, дію на організм сили тяжіння.

### Дізнайтеся більше



**Гайді-Марія Стефанишин-Пайпер** — американська астронавтка, українка за походженням. Для встановлення сонячних батарей на Міжнародної космічної станції здійснила вихід у відкритий космос, загальна тривалість якого склала 12 годин 8 хвилин



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Як рослини розуміють, у який бік їм рости?
2. Як організми пристосовуються до гравітації?
3. Чому людині під час тривалих космічних польотів потрібне додаткове фізичне навантаження?
4. Який орган рівноваги допомагає людині під час стрибків?
- 5\*. Що сталося б з організмом людини, якби вона жила за відсутності гравітації?

## § 35. Значення рухової активності для здоров'я людини



### **Поміркуйте**

Що станеться з м'язами людини, яка з певних причин не зможе рухатися?

### **Пригадайте**

- Чи можуть рухатися скелі?
- Які приклади руху в живій природі?
- Що змушує тварин рухатися?



### **Рух — це життя**

У природі боротьба за існування нерозривно пов'язана з рухом, отже, здатність до руху є необхідною умовою життя. У пошуках кращих умов існування, їжі, порятунку від хижаків тварини переміщуються, долаючи значні відстані й різні перешкоди на своєму шляху.

Наші пращури також постійно рухалися в пошуках їжі та безпечного житла. І хоча умови нашого життя сьогодні дуже відрізняються від давніх часів, рух залишається природною потребою людини (мал. 35.1).

### **Зниження рухової активності з віком**

Уявімо, що ми переглядаємо фільм про життя людини. У дитинстві вона рухається з ранку й до ночі, майже не зупиняючись. У підлітковому та юнацькому віці активного руху стає дещо менше, бо велосипеди й ролики поступово витісняють гірборди (мал. 35.2).

Науково-технічний прогрес сприяє малорухливому способу життя людини. Адже лише за 50–60 років частка важкої фізичної праці в щоденному житті скоротилася в багато разів! Хатню роботу за нас усе частіше виконують пральні й посудомийні машини, роботи-порохотяги, електричні м'ясорубки, газонокосарки та ціла «армія» іншої техніки (мал. 35.3).



**Мал. 35.1.** Життя первісної людини дуже відрізнялося від сучасного



**Мал. 35.2.** Гірборд — не найкраща альтернатива велосипеду



## Види рухової активності

### Низька

Повільна ходьба, сидіння за робочим столом, робота за комп'ютером, перегляд телепередач, читання

### Помірна

Швидка ходьба, прибирання оселі, легка робота на городі

### Інтенсивна

Біг, заняття фізичною культурою і спортом, танці, рухливі ігри

Як наслідок — сьогодні людству загрожує **недостатня рухова активність**, або **гіподинамія**.

**Гіподинамія** — це недостатнє фізичне (силове) навантаження.

Зменшення фізичної активності є причиною багатьох захворювань, сповільнює розвиток у дитячому й підлітковому віці, наближає старіння та зменшує тривалість життя.

Рухова активність може бути низькою, помірною та інтенсивною.

Аби бути сильними, ми тренуємо наші м'язи. Утім щоденного тренування потребують також легені, серце, судини та кістки скелета.

### Тренування легень

Будь-яка рухова активність одразу позначається на роботі дихальної системи. Дихання відразу стає глибшим, через легені проходить більше повітря, збільшується насичення крові киснем. Завдяки цьому покращується забезпечення киснем усіх органів і тканин організму, нормалізується обмін речовин. Найкраще тренують легені біг та плавання (мал. 35.4).

### Тренування серця та судин

Недостатня рухова активність є причиною погіршення роботи серцево-судинної системи. Коли людина ходить, бігає або займається фізичними вправами, м'язи, натискаючи на судини, допомагають серцю перекачувати кров. Якщо людина мало рухається, це погіршує кровообіг.

За достатнього фізичного навантаження збільшується частота й сила скорочення м'язів серця, покращується живлення серця.



а



б

**Мал. 35.3.** Косіння трави раніше (а) і сьогодні (б)



**Мал. 35.4.** Плавання корисне для легень



**Мал. 35.5.** Така розвага з друзями добре тренує серце

### Важливо!

Слідкуйте за поставою під час уроків та під час виконання домашніх завдань. Пам'ятайте, що відстань між очима і підручником або зошитом має бути не менше 40 см.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Як змінюється рухова активність людини з віком?
2. Чому зменшення фізичної активності є небезпечним?
3. Якій частині нашого тіла найбільше шкодять гаджети?
- 4\*. Прочитайте вислів давньогрецького науковця і філософа Аристотеля:

«Ніщо так не руйнує людину, як фізична бездіяльність. Життя вимагає руху». Зважаючи на те, що він жив у 384–322 роках до н. е., поміркуйте, чи є це висловлювання актуальним сьогодні. Доведіть свою думку.

Для тренування серця дуже важливими є рівномірність і поступовість зростання навантажень, а також контроль за станом показників роботи серця, особливо в підлітковому віці. Добре тренує серцево-судинну систему ходьба, стояння в планці та стрибання через скакалку (мал. 35.5).

### Тренування скелета

Гнучкий і рухливий скелет — це основа нашого тіла. А наша залежність від гаджетів негативно впливає на його стан. Поза, у якій шия нахилена, руки витягнуті вперед, а спина згорблена, задіює майже всі м'язи шиї і верхнього відділу спини. Коли м'язи довго напружені й зовсім не відпочивають, вони повільно вичерпують свої енергетичні запаси й швидко втомлюються. Саме тому виникає біль у шиї та спині, а деформований хребет негативно впливає на всі внутрішні органи. Унаслідок цього можуть порушуватися травлення й робота серцево-судинної системи.

Велосипед, танці та йога зміцнюють м'язи спини й формують правильну поставу (мал. 35.6).

### Дізнайтеся більше

Існує два види фізичних вправ: аеробні та анаеробні. Аеробні вправи — це навантаження, які характеризуються виконанням активних рухів і тривають достатньо довго. Прикладами аеробних вправ є плавання, біг, їзда на велосипеді тощо.

Анаеробні вправи характеризуються інтенсивністю і виконуються з максимальним зусиллям за короткий час. Це стрибки, спринт або важка атлетика.



### Ключова ідея

Під час руху в людини задіяні майже всі органи й системи організму: збільшуються частота дихання й скорочення серця, збуджується нервова система, а головне — збільшується навантаження на опорно-рухову систему. Важливим є навантаження на м'язи та укріплення кісткового скелета.

Гіподинамія — це недостатнє фізичне (силове) навантаження. Унаслідок недостатньої рухової активності знижується імунітет організму людини, з'являється зайва вага тощо.



## § 36. Механічна енергія. Робота

### Робота

Уявіть, що вам потрібно підняти вантаж. Щоб це зробити, слід не лише прикласти до нього певну силу, яка спрямована вгору, але й перемістити вгору точку прикладання сили (мал. 36.1).

Інша ситуація: вам потрібно перемістити підлогою важкий ящик. Ви штовхаєте ящик, і він пересувається. Знову було прикладено силу, під дією якої тіло перемістилося (мал. 36.2).

Розглянуті приклади об'єднує те, що під дією сили тіло переміщується й виконується робота з переміщення тіл.

**Робота виконується лише тоді, коли на тіло діє сила й тіло переміщується під дією цієї сили.**

Чим більшими є сила й переміщення під дією цієї сили, тим більшою є виконана робота.

А от якщо сила діє на тіло, але переміщення немає, то робота не виконується. Наприклад, вантаж може тримати опора: хоча з боку опори на вантаж діє спрямована вгору сила, але тіло не переміщується. У цьому випадку робота не виконується (мал. 36.3).

Коли ми говоримо про професійну діяльність дорослих чи про навчальні завдання, ми вживаємо термін «робота», що скоріше має значення «праця», а не «робота» в науковому сенсі.



**Мал. 36.1.** Штангістка піднімає штангу, прикладаючи до неї силу та переміщуючи точку прикладання сили



**Мал. 36.2.** Аби перемістити важкий ящик підлогою, потрібно прикласти силу й перемістити тіло під дією саме цієї сили



**Мал. 36.3.** Для утримання важкого каменя на вершині скелі виконувати роботу не потрібно



### Поміркуйте

Ви, напевно, неодноразово вживали слова «робота» та «енергія»? Що вони означають для вас? А що вони означають для науковців?



### Пригадайте

Уявіть, що ви подіяли з певною силою на стілець. У якому разі стілець залишиться нерухомим, а в якому разі буде рухатися?



**Мал. 36.4.** Молоток, що рухається, виконує роботу із забивання цвяха



### Дослід

Нерухомо тримайте блокнот (підручник чи зошит) у руці над столом. Кінетичної енергії в нього немає. Але він здатен виконати роботу. У цьому легко переконатися.

Відпустіть блокнот. Він падає й набуває певної швидкості. Це свідчить про те, що над блокнотом виконано роботу.



**Мал. 36.5.** Дніпрогес — найпотужніша гідроелектростанція України. Вода з водосховища падає вниз та виконує величезну роботу

## Дізнайтеся більше

На початку XIX століття французький механік та інженер Віктор Понселе запропонував називати роботою *добуток сили на переміщення тіла під дією цієї сили*.

### Кінетична енергія

Термін «енергія» пов'язаний зі здатністю тіла виконувати роботу.

Енергію має будь-яке тіло, що рухається. Наприклад, молоток, який рухає рука майстра, виконує роботу із забивання цвяха в дошку (мал. 36.4).

Енергія, яку мають тіла, що рухаються, називають *кінетичною енергією*.

### Потенціальна енергія

Нерухоме тіло також здатне виконувати роботу.

На гідроелектростанціях вода, що падає з греблі водосховища, виконує роботу (мал. 36.5).

Візьміть у руки пружину та стисніть її. Над пружиною виконано роботу з її деформації, отже вона отримала енергію і може виконати роботу (мал. 36.6).

Енергія піднятих над землею або деформованих пружних тіл отримала назву *потенціальна енергія*.

### Механічна енергія

Суму кінетичної та потенціальної енергій називають *механічною енергією* тіла.



**Мал. 36.6.** Нерухома стиснута пружина має енергію і може виконати роботу, наприклад, у механічних годинниках





Літак високо в небі має як кінетичну енергію (бо рухається з великою швидкістю), так і потенціальну (бо перебуває на певній висоті над землею (мал. 36.7).

Метеорит, що падає на Землю, має дуже велику механічну енергію, і його падіння може спричинити значні руйнування (мал. 36.8).

**Якщо тіло має механічну енергію, то воно здатне виконувати роботу.**

Під час виконання роботи тіло зменшує свою механічну енергію, і навпаки, під час виконання роботи над тілом його механічна енергія збільшується.



**Мал. 36.7.** Механічна енергія літака складається з його кінетичної та потенціальної енергій



**Мал. 36.8.** Після падіння метеорита розміром 30 м утворився кратер завширшки понад 1 км

### Дізнайтеся більше

Чи може втома під час виконання певних дій бути мірою роботи? Спробуємо з'ясувати. Коли ви довгий час тримаєте в руках важкий рюкзак, то помітно втомлюєтеся. Але рюкзак весь час нерухомий, отже ніяка механічна робота не виконується. Чому ж настає втома? Відповідь проста: коли ви тримаєте рюкзак у руках, ваші м'язи напружені. Саме це спричиняє їхню втому. Якщо рюкзак надіти на плечі, тримати його буде легше, адже вага рюкзака буде припадати не на м'язи, а на кістки.

### Ключова ідея

Робота виконується лише тоді, коли на тіло діє сила, й тіло переміщується під дією цієї сили. Чим більшими є сила й переміщення під дією цієї сили, тим більшою є виконана робота. Якщо на тіло діє сила, але тіло залишається нерухомим, робота не виконується.

У науці термін енергія пов'язаний зі здатністю тіла виконувати роботу.

Тіла, що рухаються, здатні виконувати роботу, вони мають кінетичну енергію.

Підняті над землею або деформовані пружні тіла здатні виконувати роботу й мають потенціальну енергію.

Тіло одночасно може мати кінетичну й потенціальну енергію. Суму цих енергій називають механічною енергією тіла.

Якщо тіло має механічну енергію, то воно здатне виконувати роботу. Під час виконання роботи тіло зменшує свою механічну енергію, і навпаки, під час виконання роботи над тілом його механічна енергія збільшується.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. У яких випадках говорять, що виконується робота?
2. Як робота залежить від сили та переміщення?
3. Які тіла мають кінетичну енергію?
4. У яких випадках тіло має потенціальну енергію?
5. Чи змінюється механічна енергія тіла, якщо сила, прикладена до нього, виконує роботу?
- 6\*. У конструкції дверей доволі часто використовують спеціальні пружні механізми, що зачиняють ці двері автоматично. За рахунок чого виконується робота із зачинення дверей, адже людина вже увійшла в приміщення й не діє на двері?



## § 37. Прості механізми

### Поміркуйте

Для чого лопату для копання городу роблять із довгою ручкою? Як міцна палка може допомогти підняти важкий камінь?

### Пригадайте

- У яких випадках сила, що прикладена до тіла, виконує роботу?
- Від чого залежить величина виконаної роботи?



**Мал. 37.1.** Використання перших знарядь праці було поштовхом до становлення нашої цивілізації

### Прості механізми

Наші предки зробили важливий еволюційний крок, коли почали використовувати палки, кістки тварин, камені та інші речі, що знаходили навколо себе. Це були найпростіші знаряддя праці (мал. 37.1).

Із часом було винайдено *прості механізми* — важіль, колесо, блок, похилу площину та інші.

Сьогодні прості механізми є у складі різноманітних машин і приладів (мал. 37.3).

### Важіль

Гойдалка, палка для підняття каменя, лопата — це приклади *важеля* (мал. 37.4).

*Важелем може бути будь-яке тверде тіло, що має точку опори, навколо якої важіль може обертатися.*

Як важель зручно використовувати міцні палки, дошки, стрижні, які спираються на якесь тіло. Ви можете самі легко створити важіль, якщо покладете лінійку на ручку (мал. 37.5).

Важелі є складниками машин і механізмів, побутових пристроїв, вони є навіть у нашому скелеті (мал. 37.6).

*Важіль перебуває в рівновазі, якщо більша сила прикладена ближче до точки опори, ніж менша сила* (мал. 37.7).

Отже, важіль доцільно використовувати для того, щоб *меншу силу перетворити на більшу*. Іншими словами — за допомогою важеля можна отримати вииграш у силі.



**Мал. 37.3.** Прості механізми є частиною як великих будівельних кранів, так і кухонного приладдя



**Мал. 37.4.** Використання важеля значно полегшує підйом важкого каменя або копання





**Мал. 37.5.** Саморобний важіль з лінійки та ручки



**Мал. 37.6.** Ліктьова кістка повертається в ліктьовому суглобі — це приклад важеля в скелеті людини



**Мал. 37.7.** Тіло меншої маси на важелі може врівноважити тіло більшої маси, якщо буде розташоване на більшій відстані від точки опори

### Блок

Ще одним простим механізмом є **блок** — колесо із жолобом, у який вкладено мотузку (мал. 37.8).

Блок дозволяє піднімати вантажі в зручний для людини спосіб: не тягти їх знизу доверху, а тягти мотузку вбік або зверху вниз.

Коли людина піднімає руками вантаж із підлоги, її хребет зазнає навантаження, що може спричинити травми. А коли людина тягне мотузку зверху донизу, то власною вагою допомагає піднімати вантаж. У цьому випадку хребет майже не навантажується.



**Мал. 37.8.** Блок дозволяє легше піднімати вантажі

### Похила площина

Ще один простий механізм, що дає можливість зменшити зусилля для пересування вантажів, — це **похила площина**. Із використанням похилої площини сила, яку потрібно прикласти до тіла, зменшується, а от шлях, що пройде тіло, — збільшується (мал. 37.9).

Людина здавна використовує похилу площину для полегшення переміщення вантажів.



**Мал. 37.9.** Пересувати вантаж похилою площиною легше, ніж піднімати



### Ключова ідея

Прості механізми дозволяють зменшити силу або змінювати напрямок дії сили на зручніший для людини.

Найпоширенішими простими механізмами є важіль, блок та похила площина.

Важелем може бути будь-яке тверде тіло, що має точку опори, навколо якої важіль може повертатися. Важіль зменшує силу, яку потрібно прикласти до тіла.

Блок — це колесо із жолобом, у який вкладено мотузку. Блок дозволяє змінювати напрямок дії сили на зручніший для людини.

Похила площина дає можливість зменшити зусилля для пересування вантажів.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Для чого людина використовує прості механізми?
2. Назвіть прості механізми.
3. Що таке важіль?
4. Як використовують блок і похилу площину?
- 5\*. Які побутові прилади або інші речі у вашому домі мають у своєму складі важіль?

## § 38. Рух і взаємодія частинок речовини. Агрегатні стани речовин



### **Поміркуйте**

Чи рухаються атоми й молекули? Чи залежать від цього властивості речовин, які з них складаються?

### **Пригадайте**

- Із чого утворені всі тіла навколо нас?
- Які речовини називають простими, а які — складними?
- Наведіть приклади природних речовин і речовин, створених людиною.
- У яких агрегатних станах можуть перебувати речовини?



### **Дослід**

Заповніть склянку водою приблизно наполовину і позначте маркером рівень води. Опустіть у воду шматок дроту або цвях. Знову позначте рівень води. Вийміть дріт (цвях) і зігніть його. Знову занурте у воду. Як змінився рівень води у склянці? Про що це свідчить?

### **Рух частинок речовини**

Як ви вже знаєте, усі тіла утворені з речовин. А речовини складаються з молекул та атомів. Ці мікроскопічні частинки безперервно рухаються, не зупиняючись ані на мить. У різних речовинах вони рухаються по-різному, і від відстаней між частинками залежить *агрегатний стан речовин* (38.1).

### **Твердий агрегатний стан**

У твердому агрегатному стані частинки речовин розташовані дуже близько одна до одної. Вони міцно зв'язані між собою, а тому майже не рухаються (мал. 38.1а). Усім твердим речовинам властиві певна форма й об'єм. Прикладами речовин, які за звичайних умов перебувають у твердому агрегатному стані, є залізо, олово, графіт, цукор, кухонна сіль тощо. Форму твердого тіла можна змінити, але його об'єм залишиться незмінним.

### **Рідкий агрегатний стан**

У рідкому агрегатному стані частинки речовини слабо з'єднані між собою, а відстані між ними більші, ніж у твердих речовинах (мал. 38.1б). У рідинах частинки можуть рухатися одна відносно одної. Саме тому всім рідинам властива текучість: вони завжди набувають форми посудини, у яку їх налили



**Мал. 38.1.** Агрегатні стани речовин: *а* — твердий; *б* — рідкий; *в* — газоподібний



**Мал. 38.2.** Рідини набувають форми посудини, у яку їх налили

(мал. 38.2). Речовини в рідкому стані не зберігають форму, але їх об'єм залишається незмінним.

Прикладами речовин, які за звичайних умов перебувають у рідкому агрегатному стані, є вода, олія, спирт, оцет тощо.

### Газоподібний агрегатний стан

У газах відстані між частинками набагато більші, ніж у рідинах і твердих речовинах (мал. 38.1б). Саме тому частинки газів можуть вільно рухатися й переміщуватися на значні відстані. Підтвердженням цьому є рух повітря, яке складається з газоподібних речовин (пригадайте, яких саме).

Гази не зберігають своєї форми й завжди займають увесь наданий їм об'єм. Так, гелій набуває форми кульки, яку ним наповнили (мал. 38.3).

### Зміни агрегатних станів

Залежно від умов, одна й та сама речовина може перебувати в різних агрегатних станах. Із підвищенням температури швидкість руху частинок речовини зростає, відстані між ними збільшуються, тобто змінюється агрегатний стан речовини. І навпаки, під час охолодження відстані між частинками зменшуються, їхній рух уповільнюється, що приводить до зміни агрегатного стану речовини.

Якщо тверду речовину нагріти до певної температури, то вона перетвориться на рідину. Для льоду ця температура становить  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а для заліза —  $+1538\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Якщо нагріти рідину до кипіння, то вона перетво-



**Мал. 38.3.** Газоподібні речовини займають увесь наданий об'єм



**Мал. 38.4.** Залежність агрегатних станів води від температури

риться на газ. Так, вода за 100 °С перетворюється на водяну пару (мал. 38.4).

Під час поступового охолодження газоподібні речовини спочатку стають рідкими, а потім — твердими.

### Дізнайтеся більше

Деякі тверді речовини можуть переходити в газоподібний агрегатний стан і без нагрівання. До таких речовин належить лід. Його випаровування можна спостерігати в побуті: випрана білизна висихає навіть у люті морози.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Поясніть, у чому відмінність між твердим, рідким і газоподібним станами речовини.
2. Схарактеризуйте властивості твердих тіл, рідин і газів.
3. Що потрібно зробити для того, аби речовина змінила свій агрегатний стан із твердого на рідкий?
4. Що потрібно зробити для того, щоб речовина змінила свій агрегатний стан із газоподібного на рідкий?
- 5\*. Пригадайте, які речовини використовують під час приготування їжі. Опишіть три з них за планом:
  - 1) агрегатний стан; 2) прозорість; 3) колір; 4) запах; 5) здатність розчинятися у воді.



### Ключова ідея

У різних речовинах атоми й молекули рухаються по-різному, від чого залежить агрегатний стан речовини.

У твердому стані частинки речовин розташовані близько одна до одної, вони міцно з'єднані між собою, а тому майже не рухаються. Усі тверді речовини мають певну форму й об'єм.

У рідкому стані відстані між частинками більші, отже вони можуть рухатися. Рідини зберігають об'єм, а їхня форма залежить від форми посудини.

Частинки в газах можуть вільно рухатися, тому газоподібні речовини не зберігають форми й займають увесь наданий їм об'єм.

Із підвищенням температури швидкість руху частинок речовин збільшується.



## § 39. Дифузія. Дифузія в організмах

### Дифузія

Якщо в одному куточку кімнати розбризкати трохи парфумів, то через певний час запах буде відчуватися в усій кімнаті (мал. 39.1).

Ви вже знаєте, що тіла складаються з молекул, які безперервно хаотично рухаються. Поширення запаху відбувається тому, що молекули ароматичних речовин, які містяться у складі парфумів, розлетілися по всій кімнаті й змішалися з молекулами повітря. Відбувається явище дифузії.

*Дифузією називають проникнення однієї речовини в іншу, спричинене рухом молекул.*

Дифузія доводить, що молекули рухаються.

Оскільки з підвищенням температури збільшується швидкість руху молекул речовин, то й швидкість дифузії з підвищенням температури зростає.

### Де можна спостерігати дифузію?

Поширення парфумів у повітрі — це приклад дифузії у газах. Дифузія може відбуватися також у рідинах і навіть у твердих тілах.

Саме завдяки дифузії повітря потрапляє у водоїми, що дозволяє дихати мешканцям водного середовища.

У рідинах дифузія відбувається повільніше, ніж у газах.

Якщо у склянку з водою ми додамо краплину чорнил або йоду, то побачимо, як завдяки дифузії краплина «гілкується» й поступово «тане», надаючи воді слабкого забарвлення (мал. 39.2).

У твердих тілах спостерігати явище дифузії набагато складніше, ніж у рідинах і газах. Але дифузія відбувається. Наприклад, коли на декілька років під прес поклали відполіровані пластини із золота й свинцю, згодом виявили, що атоми з однієї пластини проникли в іншу внаслідок дифузії.

А якщо гумові чоботи з чорною підошвою тривалий час стоятимуть на світлому лінолеумі, то може залишитися темний слід, який буде неможливо прибрати. Це частинки чорної фарби з гумових підошов «проникли» у поверхню лінолеуму.



### Поміркуйте

Відомо, що риби дихають повітрям, яке розчинене у воді. А як це повітря потрапляє у воду?



### Пригадайте

- Із яких частинок складаються речовини?
- Які відмінності в будові газів, рідин та твердих тіл?



**Мал. 39.1.** Запах парфумів поширюється в повітрі кімнати



### Дослід

У прозору склянку з водою додайте краплину діамантового зеленого (зеленки). Не перемішуючи розчин, спостерігайте за змінами, що відбуваються у склянці. За можливості зробіть кілька фотографій або зніміть відео.

## Дифузія в живих організмах

Чи замислювалися ви, чому ми плачемо від цибулі? Це пов'язане з дифузією. У цибулі міститься особлива речовина, назва якої в перекладі з латинської мови означає «сльоза». Коли ми ріжемо цибулю, то молекули цієї речовини вивільняються з клітин і змішуються з молекулами повітря. А наші очі починають виділяти сльози — це захисна реакція на подразнення. Аби уникнути цієї неприємної взаємодії молекул, перед нарізанням цибулі покладіть її у воду на декілька хвилин. Це зменшить активність «агресивної» речовини.

Дифузія — важливий процес у живій природі. Корені рослин шляхом дифузії всмоктують воду із розчиненими в ній мінеральними речовинами, які необхідні для живлення. Завдяки дифузії вода потрапляє до листків, а потім випаровується (мал. 39.2).

Явище дифузії є важливим для життєдіяльності людей і тварин. Дифузія забезпечує газообмін в органах дихання, всмоктування поживних речовин після розщеплення їжі, виведення з організму непотрібних речовин.



Мал. 39.2. Дифузія — важливе явище в життєдіяльності рослин

### Дізнайтеся більше

Забруднення повітря шкідливими речовинами також частково відбувається через дифузію. Із труб заводів виходять випари, які через дифузію поширюються в повітрі. Вихлопні автомобільні гази також шляхом дифузії забруднюють атмосферу. Під час спалювання сміття та опалого листя в повітря, яким ми дихаємо, потрапляють шкідливі речовини.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке дифузія?
2. Де можна спостерігати дифузію?
3. Як дифузія допомагає дихати мешканцям водойм?
4. У яких речовинах швидкість дифузії найбільша, а в яких — найменша?
- 5\*. У якому розсолі (холодному чи гарячому) швидше просолюються огірки? Чому?



### Ключова ідея

Дифузією називають проникнення однієї речовини в іншу, спричинене рухом частинок речовин. Дифузія може відбуватися в газах, рідинах і твердих тілах. У газах швидкість дифузії найбільша, у твердих речовинах — найменша. Дифузія відіграє дуже важливе значення для життєдіяльності організмів.





## § 40. Густина

### Густина

Пригадайте з уроків математики, що властивість будь-якої посудини вмщати в себе певну кількість речовини називається місткістю. У фізиці ця властивість називається **об'ємом**. Одиницями місткості, або об'єму, є літри (скорочено л).

Перед вами відро води та склянка з водою (мал. 40.1). Маса води у відрі й у склянці відрізняються приблизно в 50 разів. Так само відрізняються й об'єми води: це легко перевірити, якщо у відро налити 50 склянок води.

Якщо ми візьмемо кубик із каменю (мал. 40.2) й додамо до нього ще кілька таких самих кубиків, то ми збільшимо їхню загальну масу й водночас у стільки ж разів збільшимо їхній загальний об'єм.

Коли ми беремо різні маси цих речовин і, відповідно, у стільки ж разів різні об'єми, **відношення маси до об'єму** залишається незмінним і для води, і для каменя.

Для твердих тіл, які складаються з однієї речовини, відношення маси до об'єму однакове. Ця величина отримала назву густина речовини.

**Густина речовини** — це фізична величина, що дорівнює відношенню маси тіла цієї речовини до об'єму цього тіла:

$$\text{густина речовини} = \frac{\text{маса тіла}}{\text{об'єм тіла}}$$



Мал. 40.1. Маса й об'єми води у відрі та склянці відрізняються приблизно у 50 разів



### Поміркуйте

«Легкий як пух, важкий як камінь». Нам усім знайомі ці слова. А чому ми так говоримо?



### Пригадайте

- Що таке місткість посудини та які її одиниці?
- Що таке маса тіла?
- Як можна виміряти масу тіла?
- Якими одиницями маси ми користуємося?
- Як можна виміряти об'єм тіла?



а

Ваги та мірна кружка допоможуть нам виміряти густину води



б

У мірну кружку налито 0,5 л води



в

Долили води у мірну кружку до позначки 1 л

**Мал. 40.3.** Вимірювання густини води



$\times 2 =$



**Мал. 40.2.** Якщо додати до кам'яного кубика ще такий самий, то загальна маса й об'єм збільшаться у два рази

І хоча густину ми обчислюємо діленням маси тіла на об'єм тіла, *густина є характеристикою речовини, а не конкретного тіла*. Одиницею густини є кілограм, поділений на літр (кг/л).

### Вимірювання густини

Оскільки густина є сталою характеристикою речовини, то її можна виміряти й занести у спеціальні таблиці для подальшого використання.

Спробуємо виміряти густину води за допомогою кухонних ваг і мірної кружки (мал. 40.3а).

Поставимо кружку на ваги та встановимо їхні покази на нуль. Наллємо у кружку воду об'ємом 0,5 л (пів літра) (мал. 40.3б).

Ваги покажуть, що вода в кружці має масу 0,5 кг (пів кілограма).

Доллємо ще води до позначки 1 л (мал. 40.3в).

Ваги покажуть масу води 1 кг.

Отже, ми бачимо, що кожен кубічний сантиметр води має масу в один грам. Тому говорять, що *густина води становить один кілограм на один літр — 1 кг/л*.

У такий спосіб можна виміряти густину більшості речовин, які ми використовуємо, та занести результати вимірювань у відповідну таблицю.

### Порівняння густин різних речовин

Густину води ми виміряли. Вона дорівнює 1 кг/л. А от густина повітря майже у 800 разів менша. Велику різницю в густині цих двох речовин зумовлює те, що у воді, на відміну від повітря, молекули розташовані майже впритул (мал. 40.4).



Тоді чому ж залізо, атоми якого також впритул розташовані один до одного (як і молекули води), має густину, більшу майже у вісім разів, ніж густина води? Відповідь дуже проста — атоми заліза набагато важчі за молекули води.

Але різниця у вісім разів густин води й заліза не йдуть ні в яке порівняння з різницею густин води й повітря: густина води більша у 800 разів!

Тому можна зробити висновок: *густина газів набагато менша за густину рідин і твердих тіл.*

### Дізнайтеся більше

Цікаво, але густина меду не є сталою. Вона може змінюватися. Згадайте, як виглядає мед. Він може бути у вигляді густого в'язкого розчину або густого закристалізованого (іноді говорять «зацукрованого»). Густина рідкого меду становить 1,41–1,43 кг/л, тобто в одній літрової банці вміщується 1,41–1,43 кілограмів меду. Тому, якщо така банка важить менше, мед може бути розбавленим і, відповідно, неякісним.



Густина меду змінюється в процесі його дозрівання

### Ключова ідея

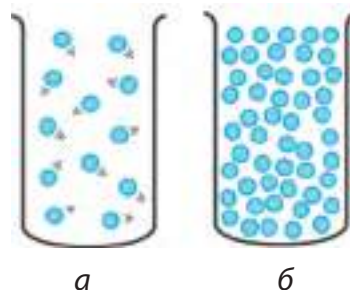
Густина речовини — це фізична величина, що характеризує певну речовину та дорівнює відношенню маси суцільного тіла, виготовленого з цієї речовини, до об'єму тіла.

Найменшу густину мають гази через те, що в них молекули перебувають на великій відстані порівняно з рідинами та твердими тілами.



### Дослід

Визначте за допомогою кухонних ваг і мірної кружки густину соняшникової олії (скористайтеся алгоритмом вимірювання густини води на с. 114).



**Мал. 40.4.** У газах (а) між молекулами набагато більші порожнини, ніж між молекулами рідини (б). Тому густина газів менша за густину рідин



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке густина речовини?
2. Назвіть одиниці густини.
3. Густина — це характеристика тіла чи речовини?
4. Чому густина газів набагато менша, ніж густина рідин і твердих тіл?
- 5\*. У склянку налито три рідини різного кольору. Рідини між собою не змішуються. Яка з рідин має найбільшу густину, а яка — найменшу?
- 6\*. У додаткових джерелах інформації знайдіть відповідь на запитання: «Для чого риbam плавальний міхур?»

## § 41. Температура. Тепло



### Поміркуйте

- Що відбувається з температурою гарячої цеглини, яку опустили у відро з холодною водою? А з температурою води?
- Коли ви вимірюєте свою температуру, треба почекати певний час. Чому?

### Пригадайте

- Які одиниці температури ви знаєте?
- Які теплові явища ви знаєте?

### Температура

Температура є однією із семи основних величин, які складають Міжнародну систему одиниць фізичних величин (СІ) (див. мал. 11.5 на с. 33).

Коли ми на плиті нагріваємо каструлю з борщем із холодильника, то температура каструлі й борщу підвищується: нагріте тіло має вищу температуру, ніж холодне (мал. 41.1).

### Температура характеризує ступінь нагрітості тіла

Про ступінь нагрітості тіл ми зазвичай кажемо, коли їх торкаємося. Узявши в руки чашку із чаєм, ми можемо сказати, чай ще теплий чи вже охолонув.

Але *виміряти* температуру за власними відчуттями неможливо (мал. 41.2).

**Дослід.** Ліву руку опустіть у посудину з холодною водою, праву — у посудину з гарячою водою. А потім обидві руки опустіть у посудину з теплою водою — лівій руці тепла вода буде здаватися гарячою, а правій — холодною.

Отже, для вимірювання температури потрібні спеціальні вимірювальні пристрої. Такими пристроями є *термометри* (мал. 41.3).

**Термометр** — це прилад для вимірювання температури тіл.



### Дослід (разом з дорослими)

У склянку з холодною водою помістіть металеву ложку, що довгий час перебувала в каструлі з окропом.

Як буде змінюватися температура води у склянці та температура ложки? Чи стануть вони коли-небудь однаковими?



**Мал. 41.1.** Під час нагрівання каструлі на плиті її температура підвищується



**Мал. 41.2.** Торкнувшись струменя води, можна зрозуміти: тепла чи прохолодна вода. А от виміряти температуру води на дотик неможливо



## Тепло

Можливо ви спостерігали, як на столі в кухні чашка з гарячим чаєм охолоджується, а принесені з холодного балкона яблука нагріваються через контакт із повітрям у кухні. Під час змішування холодної та гарячої води ми отримуємо теплу воду. Таким чином, якщо привести в контакт гаряче й холодне тіла, то гаряче буде охолоджуватися, а холодне — нагріватися.

Між тілами відбувається передача *тепла* (мал. 41.4).

Якщо гарячі та холодні тіла контактують лише між собою, то гарячі тіла віддають тепло, а холодні — поглинають.

*Тепло самоволі передається лише від гарячих тіл до холодних.*

## Температура та теплова рівновага

Під час контакту гарячого й холодного тіл у певний момент їхня температура зрівняється й передача тепла припиниться — настане *теплова рівновага*. Усі тіла, що перебувають у тепловій рівновазі, мають однакову температуру (мал. 41.5).

*Температура характеризує стан теплової рівноваги.*

Температура також пов'язана з рухом молекул і атомів, із яких складаються всі тіла. Із підвищенням температури швидкість руху, а отже, й кінетична енергія частинок зростає, а зі зниженням — зменшується. Оскільки кінетичну енергію можна збільшувати без обмежень, то обмежень на значення найвищої температури в природі не існує. А от найнижча є. Вона настає, коли рух молекул і атомів припиняється.



**Мал. 41.3.** За допомогою термометра можна виміряти температуру повітря на вулиці



**Мал. 41.4.** Гарячий чай у чашці охолоне, а прохолодне повітря навколо неї нагріється. Відбувається передача тепла від чашки до повітря



**Мал. 41.5.** Тіла навколо нас зазвичай перебувають у стані теплової рівноваги між собою і мають однакову температуру



**Мал. 41.6.** Під час вимірювання температури треба дочекатися встановлення теплової рівноваги

## Як правильно вимірювати температуру?

Оскільки для встановлення теплової рівноваги потрібен певний час, то під час вимірювання температури потрібно почекати, доки термометр не нагріється до температури вашого тіла (мал. 41.6).

**Термометр завжди показує власну температуру.** Він нагрівається/охолоджується до температури тіла (середовища) з яким контактує, але показує саме свою температуру.

### Дізнайтеся більше

Найвищу на сьогодні температуру в 10 трильйонів градусів за Цельсієм отримали 7 листопада 2010 року під час проведення експерименту на унікальному пристрої — Великому адронному колайдері. Він побудований на кордоні Франції та Швейцарії поблизу міста Женева в тунелі на глибині близько 175 метрів. Для порівняння: температура всередині Сонця дорівнює близько 50 мільйонів градусів. Отже, температура, отримана під час досліді, у 200 тисяч разів перевищила температуру Сонця.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що характеризує температура?
2. Що передає гаряче тіло холодному, коли вони контактують?
3. Наведіть приклади настання стану теплової рівноваги.
4. Яке головне правило потрібно виконувати під час вимірювання температури?
5. Як визначається градус Цельсія?
6. На чому ґрунтується дія будь-яких термометрів?
- 7\*. Гаррі Потер в один момент збільшив швидкість безладного руху молекул повітря в усьому Хогвартсі. Як на це відреагують термометри в приміщеннях школи чарівників?



### Ключова ідея

Температура характеризує ступінь нагрітості тіла, стан теплової рівноваги та пов'язана зі швидкістю руху молекул і атомів, із яких складаються тіла.

Під час контакту гарячого й холодного тіл тепло передається від гарячого до холодного тіла до настання стану теплової рівноваги.

Для вимірювання температури використовують вимірювальні пристрої — термометри.

Термометр показує власну температуру, яка збігатиметься з температурою тіла в разі, коли термометр перебуває у стані теплової рівноваги з тілом.

Дія термометрів ґрунтується на використанні залежності певних фізичних величин від температури.



## § 42. Теплові властивості речовин. Види теплопередачі

### Теплопровідність

**Дослід.** Покладіть долоні рук на теплу батарею (мал. 42.1). За кілька хвилин долоні помітно нагріються. Унаслідок *теплопередачі* тепло перейшло від більш нагрітого тіла (батареї) до менш нагрітого тіла (ваших долонь).

Такий вид теплопередачі отримав назву *теплопровідність*. Вона відбувається, коли *тіла різної температури дотикаються одне до одного або в самому тілі є частини з різною температурою*.

Різні речовини мають різну теплопровідність. Вона залежить від взаємодії частинок речовин: чим слабша взаємодія, тем менша теплопровідність речовини. Тому теплопровідність газів (наприклад, повітря) дуже мала, а металів — велика.

Добре проводять тепло тверді тіла, насамперед метали: мідь, срібло, алюміній, залізо тощо.

Погано проводять тепло гази та будь-які пористі тіла: пінопласт, пінобетон, пух, хутро тощо.

Люди використовують різну теплопровідність речовин для своїх потреб. Із речовин, які добре проводять тепло, зокрема металів, виготовляють корпуси радіаторів автомобілів, металевий посуд, радіатори опалення (мал. 42.2).

Речовини, які погано проводять тепло, використовують там, де тепло потрібно «зберігати». Так, цеглу, деревину, скло використовують у будівництві житла (мал. 42.3).



**Мал. 42.1.** Якщо покласти замерзлі долоні на теплу батарею, то долоні обов'язково нагріються



**Мал. 42.2.** Корпус електричного масляного обігрівача виготовлено з металу для кращого теплообміну між нагрітим маслом і повітрям у домі



**Мал. 42.3.** Будинки з деревини дуже добре зберігають тепло



### Поміркуйте

Торкніться поверхні стола, металеві ручки шафи, проведіть рукою по м'якому сидінню крісла. Чому одні предмети на дотик видаються теплими, а інші — прохолодними, хоча насправді всі вони однакової кімнатної температури?



### Пригадайте

- У разі контакту гарячого й холодного тіл в якому напрямку буде передаватися тепло?
- Що таке стан теплової рівноваги?

У холодну погоду ми надягаємо вовняні светри, пуховики або інший теплий одяг. Коли лягаємо спати, то вкриваємося ковдрою. Поміркуйте, завдяки чому одяг і ковдри нас рятують від холоду?



**Мал. 42.4.** Тепле повітря від тепловентилятора нагріє ноги без контакту ніг із тепловентилятором



**Мал. 42.5.** Нагріта праска є джерелом теплового випромінювання

Мала теплопровідність повітря забезпечує гарні теплоізолюючі властивості хутра, пуху, синтепону тощо. Адже між їхніми волокнами багато повітря (мал. 42.5).

Саме наявність повітря зумовлює малу теплопровідність пористих матеріалів, приміром пінопласту, а також снігу, особливо пухкого (який щойно випав). «Теплий» сніговий покрив зберігає взимку від вимерзання ґрунт і рослини.

### Конвекція

Напевно, ви бачили тепловентилятор — пристрій для обігріву, наприклад, вашого робочого місця за столом або місця відпочинку.

Цей обігрівач спрямовує тепле повітря саме туди, куди вам потрібно, і тому дуже зручний у користуванні. Відбувається теплообмін між нагрівником тепловентилятора й, наприклад, вашими ногами, а ноги не торкаються тепловентилятора (мал. 42.4).

Теплопередача у цьому разі відбувається завдяки перенесенню речовини — потоку теплого повітря, а не теплопровідності, оскільки контакту між нагрітим та холодним тілами немає. Ми зіткнулися з іще одним видом теплопередачі — конвекцією.

*Вид теплопередачі, зумовлений перенесенням речовини — потоками газу або рідини, називають конвекцією.*

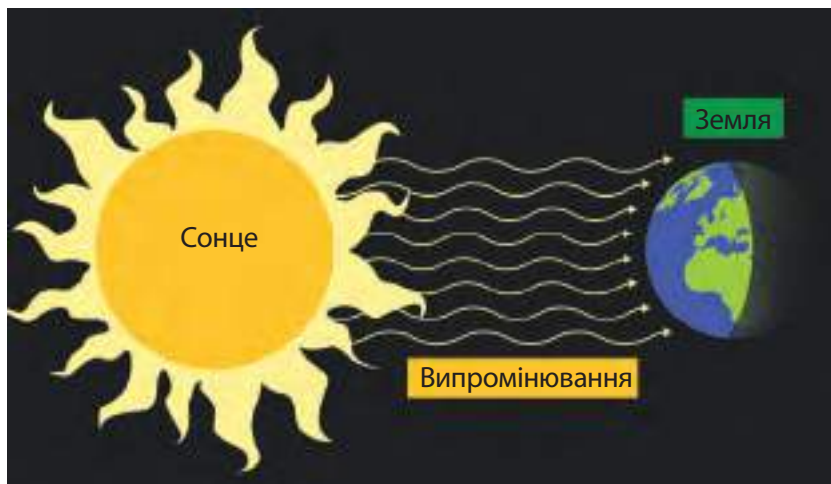
Важливо запам'ятати, що *конвекція має місце лише в рідинах і газах.*

Де людина використовує конвекцію та як утворюються денний і нічний бризи, ви можете дізнатися, скориставшись інформацією під QR-кодом на початку параграфу.



**Мал. 42.6.** Спеціальні прилади за допомогою теплового випромінювання дозволяють нам бачити у темряві, проводити дослідження втрат тепла в будівлях





**Мал. 42.7.** Теплові промені від Сонця долають 150 мільйонів кілометрів і зігрівають нашу планету

### Випромінювання

Чи сиділи ви коли-будь біля багаття? Якщо так, напевно, ви пам'ятаєте, який жар «іде» від вогнища, якщо сидіти до нього обличчям. Це означає, що між вогнищем та обличчям відбувається теплопередача.

Будь-яке нагріте тіло є джерелом невидимих теплових променів, які «переносять» тепло (мал. 42.5).

Якби наші очі сприймали ці невидимі промені, то ми могли б бачити в темряві, бачити витоки тепла з будівель, на відстані визначати температуру тіл (мал. 42.6).

**Випромінювання** — це вид теплопередачі, що відбувається через випромінювання та поглинання теплових променів.

Цей вид теплопередачі дуже важливий для всього живого на Землі. Саме завдяки випромінюванню тепло від Сонця потрапляє на Землю, оскільки випромінювання — це єдиний вид теплопередачі, що може здійснюватися в космосі, де немає повітря (мал. 42.7).



### Ключова ідея

Тепло може передаватися від одного тіла до іншого трьома способами: теплопровідністю, конвекцією, випромінюванням.

Теплопровідність — це вид теплопередачі, коли тіла різної температури дотикаються одне до одного або в самому тілі є частини з різною температурою.

Конвекція — вид теплопередачі, зумовлений перенесенням речовини — потоками газу або рідини.

Випромінювання — це вид теплопередачі, що відбувається за рахунок випромінювання та поглинання теплових променів.

### Види теплопередачі

#### Теплопровідність

відбувається під час контакту тіл (частин тіла) із різною температурою

#### Конвекція

зумовлена перенесенням речовини — потоками газу або рідини

#### Випромінювання

відбувається за рахунок випромінювання й поглинання теплових променів



### Запитання для повторення й засвоєння

1. У якому випадку теплопередача здійснюється за рахунок теплопровідності?
2. Наведіть приклади речовин, що мають найбільшу/найменшу теплопровідність.
3. Коли теплопередача відбувається за рахунок конвекції?
4. Наведіть приклади конвекції в побуті та природі.
5. Поясніть, що таке випромінювання як вид теплопередачі.
6. Чому випромінювання є життєво необхідним для всього живого на Землі?

## § 43. Теплокровні й холоднокровні тварини. Терморегуляція організму людини



### Поміркуйте

Що роблять голуби, коли їм холодно? А собака, коли їй спекотно?

Чому люди сприймають температуру по-різному?

### Пригадайте

- Що таке температура?
- Як температура впливає на існування організмів?

Відомо, що африканський та індійський слони відрізняються розміром вух. Із додаткових джерел дізнайтеся, чим зумовлена така відмінність. Як слони можуть впоратися зі спекою за допомогою вух? Підготуйте ілюстровану презентацію.

### Що таке терморегуляція?

Температура є одним із чинників середовища існування тварин. Температура постійно змінюється із часом — протягом доби чи року, або ж у просторі — під час переміщення організмів у межах середовища. Тому організми пристосувалися до життя за різних температурних умов. І тут дуже важливо врегулювати тепловий баланс в організмі тварини, оскільки він впливає на процеси життєдіяльності (мал. 43.1).

**Терморегуляція** — це урівноваженість процесів віддавання й утворення тепла в організмі тварин.



Мал. 43.1. Тепловий баланс в організмі ссавців

### Теплокровні й холоднокровні тварини

Залежно від здатності підтримувати сталу температуру тіла, тварин поділили на дві групи: холоднокровні й теплокровні (табл. 1).

Таблиця 1. Особливості холоднокровних і теплокровних тварин

Холоднокровні тварини	Температура тіла залежить від умов середовища, у якому перебувають тварини.	Безхребетні тварини	Молюски, раки, комахи
	Не витрачають енергії на підтримання сталої температури тіла. Терморегуляція відбувається під час випаровування води й роботи м'язів під час руху	Риби	Скат-хвостокол, акула, окунь, щука, карп
		Земноводні	Квакша, ропуха, саламандра
		Плазуни	Крокодил, варан, гадюка, хамелеон
Теплокровні тварини	Підтримують сталу температуру свого тіла. На це тварини витрачають енергію, яку отримали з їжі.	Птахи	Голуб, шпак, горобець, лебідь
		Ссавці	Тигр, слон, верблюд, коала, ведмідь, кінь, корова, кіт, собака



Залежно від умов середовища, температура тіла в холоднокровних тварин може бути вищою за температуру тіла теплокровних. Приміром, улітку можна спостерігати ящірок, змій на гарячому камінні. Так вони прогрівають своє тіло (мал. 43.2).

Хребетні холоднокровні тварини можуть регулювати температуру тіла як рослини — шляхом випаровування води (мал. 43.3).

Основна відмінність теплокровних тварин — стала температура тіла (мал. 43.4).

Теплокровні тварини підтримують сталу температуру тіла за рахунок енергії від перетворення поживних речовин, що виділяється у вигляді теплоти. Деякі теплокровні тварини змінюють покриви тіла, а є такі, хто впадає у зимову сплячку.

### Терморегуляція організму людини

Для людини терморегуляція є дуже важливою, адже процеси обміну речовин в нашому організмі залежать від сталої температури тіла. Основним органом регулювання температури тіла людини є шкіра. Саме шкірою ми відчуваємо тепло чи холод. Через шкіру організм позбувається «зайвої» теплоти — ми пітніємо, коли температура середовища занадто висока.

Також людина навчилася використовувати штучні засоби для терморегуляції. Коли на дворі спекотно, то ми охолоджуємося кондиціонерами, а коли дуже холодно — вмикаємо опалення чи тепловентилятори. Людина здавна використовує одяг — а це ще один штучний спосіб терморегуляції.

### Сонячні та теплові удари

Іноді тепловий баланс організму порушується, що може призвести до перегрівання — теплового чи сонячного удару. Це дуже небезпечні стани для здоров'я. Найчастіше причиною такого явища є висока температура й вологість повітря або перегрівання під дією прямих сонячних променів.

Щоб уникнути теплових і сонячних ударів, у спекотну погоду слід вдягати капелюх і легкий вільний одяг. Потрібно уникати фізичної активності та пити достатньо рідини, щоб запобігти зневодненню організму від потіння.

Розгляньте малюнок 46.5 на с. 124 та з'ясуйте, яку домедичну допомогу потрібно надати постраждалому від теплового або сонячного удару.



**Мал. 43.2.** Температура крові пустельної ящірки, яка гріється на сонці, може перевищувати 40 °С



**Мал. 43.3.** Випаровування води з ротової порожнини крокодила охолоджує його тіло



**Мал. 43.4.** Пара, що виходить із рота тетерука, доводить, що птахи — теплокровні тварини, адже температура їхнього тіла вища за температуру середовища

### Основні процедури загартовування

- повітряні ванни
- сонячні ванни
- водні процедури

### Вимоги до загартовування

- регулярність процедур
- поступове нарощування сили й тривалості процедур
- урахування індивідуальних особливостей організму
- постійний контроль за станом організму



Мал. 43.5. Домедична допомога постраждалому від теплового або сонячного удару

### Загартовування

Із початкової школи ви вже знаєте про користь загартовування.

Загартовування допомагає організму протистояти несприятливому впливу навколишнього середовища, зокрема високим або низьким температурам.

### Дізнайтеся більше

Чому людина пітніє під час фізичних навантажень? Організм розігрівається внаслідок активного руху. Збільшується кількість тепла й тепловіддача, яка регулюється за допомогою кількості крові в дрібних судинах шкіри.

### Ключова ідея

Терморегуляція — це врівноваженість процесів віддавання й утворення тепла в організмах. За здатністю до підтримання сталої температури тіла тварин поділяють на теплокровних і холоднокровних.

Для людини терморегуляція є дуже важливою, адже процеси обміну речовин залежить від сталої температури тіла.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке терморегуляція?
2. У чому полягає відмінність між холоднокровними та теплокровними тваринами? Назвіть представників цих двох груп.
3. Як вберегтися від сонячного або теплового удару?
- 4\*. Як пов'язані загартовування та терморегуляція тіла людини?
- 5\*. Чому, на вашу думку, пінгвіни здатні до групової терморегуляторної поведінки?
- 6\*. Чому накопичення жиру для терморегуляції не властиве для тварин Півночі?



## § 44. Опіки. Обмороження

### Чому важливо знати про опіки й обмороження?

Найпоширенішими ушкодженнями шкіри є опіки й обмороження. До прикладу, 2017 року в Україні від опіків постраждало 7605 дітей. Тому найкращий спосіб уникнути опіків й обмороження — це дотримуватися простих правил їхнього запобігання.

### Що таке опік та як захистити себе від нього?

**Опік** — це травматичне ушкодження шкіри, спричинене дією тепла, хімічних речовин або випромінювання. Найбільшу небезпеку для шкіри становлять полум'я, гарячі рідини, пара, розпечені предмети тощо. Основні види опіків подано на схемі унизу сторінки.

Глибина й площа ушкодженої поверхні залежить від важкості опіків. Тому за глибиною ураження опіки поділяють на чотири ступені (табл. 1 та мал. 44.1).

Аби вберегтися від опіків, слід дотримуватися правил поведінки з побутовими електричними й газовими приладами. Не торкатися поверхні праски та інших нагрівних приладів. Дуже обережно слід поводитися на кухні, насамперед із нагрітими рідинами. Не можна нахилитися над каструлею під час зняття кришки.

Також причиною опіків можуть бути дихання над паром або застосування гірчичників. Важливо пам'ятати, що перед застосування лікувальних засобів потрібно проконсультуватися з лікарем.



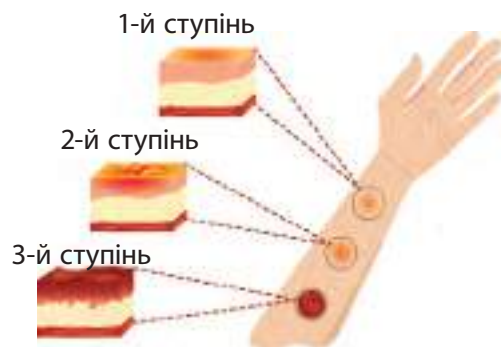
### Поміркуйте

- Чому коли нам холодно або страшно, волосся на шкірі стає «дибки»?
- У Центральній Азії люди у спеку вдягають шапки-папахи й ватні халати. Як ви вважаєте, чому?



### Пригадайте

Який найбільший орган людини? Від чого він нас захищає? У яких випадках цей орган може втратити свою захисну функцію?



Мал. 44.1. Ступені опіків



Таблиця 1. Ступені опіків шкіри

Ступінь опіку	Ознаки	Тривалість загоєння	Домедична допомога (загальні правила)
I	Почервоніння, набряк, пекучий біль шкіри	3–6 дні	1. Оглянути постраждалого, викликати й дочекатися медичну допомогу. 2. Зняти одяг і прикраси поблизу ділянки опіку. Але не можна чіпати речей, які прилипли до ураженої шкіри. 3. Охолодити місце опіку водою й накрити ушкоджену ділянку чистою (краще стерильною) серветкою. 4. У жодному разі не проколювати, не видавлювати пухирці на шкірі. Якщо вони розірвались — накласти чисту (краще стерильну) пов'язку. 5. У жодному разі не можна наносити на опіки креми, рослинну олію, сметану тощо. 6. Не можна прикладати до рани лід. 7. Дати потерпілому випити води аби уникнути зневоднення
II	Сильний біль і почервоніння, відшарування шкіри, утворення пухирців, наповнених прозорою рідиною	близько 10–15 днів	
III	Сильний біль, рана чорного кольору. Шкірні покриви пошкоджені дуже глибоко, відбувається змертвіння шкіри	4 тижні й більше	
IV	Нестерпний біль. Шкіра обуглюється, страждають м'язи й навіть кістки	Загоєння дуже повільне. Можливо, потрібна пересадка шкіри	



Мал. 44.2. Найчастіше обморожуються ніс, вушні раковини, пальці ніг і рук



Мал. 44.3. Ступені обмороження

### Що таке обмороження та як захистити себе від нього?

Досить часто мокре й тісне взуття або тривале перебування на вітрі, у снігу, під холодним дощем у нерухомому стані можуть бути причинами обмороження. Зазвичай цей небезпечний стан виникає взимку, коли на вулиці або в неопалюваних приміщеннях температура повітря нижча за  $-10^{\circ}\text{C}$ . Але обмороження може статися й восени чи навесні.

**Обмороження** — це результат ушкодження тканин організму від впливу низьких температур. Часто воно супроводжується загальним переохолодженням організму.

Спочатку уражені ділянки тіла втрачають чутливість. Потім з'являється відчуття поколювання чи пощипування. Якщо своєчасно не звернути увагу на ці симптоми, обмороження перейде в наступні стадії (табл. 2 та мал. 44.3).

**Запам'ятайте**, що надавати домедичну допомогу на холоді небезпечно й марно. Особливо небезпечно розтирати уражені ділянки снігом.



Таблиця 2. Ступені обмороження шкіри

Ступінь обмороження	Ознаки	Домедична допомога (загальні правила)
I	Шкіра стає блідою, є незначний набряк і зниження чутливості	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оглянути постраждалого, викликати й дочекатися медичну допомогу.</li> <li>2. За можливості перенести (перевести) потерпілого в тепле місце, змінити одяг, загорнути в ковдру, напоїти теплим солодким чаєм.</li> <li>3. Обгорнути уражену частину тіла чистою теплою тканиною.</li> </ol>
II	З'являються пухирці, наповнені прозорою рідиною, підвищується температура тіла	
III	Уражаються м'які тканини шкіри. Пухирці стають темно-бурого кольору	
IV	Глибоке ураження м'яких тканин і навіть кісток. Шкіра вкривається пухирцями з рідиною чорного кольору	

Якщо обмороження не сильне, у пригоді стане теплий і солодкий чай. У випадку, коли обморожена кінцівка, її можна поступово відігрівати у посудині з теплою водою. Але в жодному разі не можна використовувати гарячу воду. Температуру води слід поступово підвищувати від 20 до 40 °С. І робити це треба дуже повільно, впродовж 40 хвилин. Бажано в цей час акуратно масажувати постраждалу кінцівку.

За обмороженою ділянкою й загальним станом людини необхідно слідкувати протягом доби. У випадку появи пухирів чи потемніння шкіри необхідно терміново звернутися до лікаря.

Для запобігання обмороженню слід обмежити час перебування на холоді та вдягатися відповідно до умов середовища (мал. 44.4).

Верхній одяг має бути теплим, але не обмежувати рух



**Мал. 44.4.** Як вдягнутися, щоб не замерзнути за холодної погоди

Разом із дорослими дослідіть уміст домашньої аптечки. Які засоби можуть знадобитися для надання домедичної допомоги в разі опіків та обмороження?



### Ключова ідея

Опік — це травматичне ушкодження шкіри, спричинене дією тепла, хімічних речовин, випромінювання тощо.

Обмороження — це результат ушкодження тканин організму від впливу низьких температур.











Для запобігання опікам й обмороженню слід обмежити час перебування на холоді та вдягатися відповідно до умов середовища.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке опіки й обмороження? Які їхні ознаки та причини виникнення?
2. Як допомогти постраждалому у разі опіку?
3. Як допомогти постраждалому від обмороження?

## Компетентнісно орієнтовані завдання до Розділу 2 (частина I)

-  **1** Людство скидало відходи й заковувало їх у землю впродовж тривалого часу. Багато з них можуть забруднити підземні й поверхневі води. Як ви вважаєте, чому? Як можна зменшити забруднення водних ресурсів планети?
-  **2** Сьогодні відомо про існування 118 різних видів атомів. А чи можна назвати точну кількість існуючих речовин? Поясніть свою відповідь.
-  **3** Через несправний кран за добу може «накапати» від 30 до 200 л чистої води. Запитайте в дорослих, скільки коштує один кубічний метр води (1000 л) та обчисліть, скільки грошей буде витрачено за місяць.
-  **4** У спортивному репортажі ми почули слова: «Плавець установив новий рекорд у плаванні на 200 метрів вільним стилем». Відносно якого тіла плавець проплив 200 метрів?
-  **5** У Київській Русі найпоширенішими мірами ваги були берковець і пуд. У літописах згадуються також як міри ваги гривня та золотник. А от коли гривню рубали сокирою на шматки, то отримували рублі (від слова «рубати»).  
Із додаткових джерел інформації дізнайтеся, скільки дорівнюють берковець, пуд, гривня й золотник у кілограмах (грамах).
-  **6** Якщо зважити тіло, приміром, яблуко, на пружинних вагах на Місяці, то отримаємо дані, у шість разів менші, ніж на Землі. Чи означає це, що яблуко на Місяці втратило більшу частину своєї маси?
-  **7** У серпні 2021 року учениця 10 класу Новокаховської школи No 1 Вікторія Панченко отримала бронзову медаль Всесвітньої олімпіади геніїв, яка відбулася у США. Із додаткових джерел інформації дізнайтеся, за яку геніальну ідею дівчина отримала нагороду.
-  **8** Під час ожеледиці водіям треба їхати дуже обережно. Поясніть чому.
-  **9** Останнім часом набув популярності атракціон із аеродинамічною трубою — пристроєм, у якому формується потужний вертикальний потік повітря. Цей потік настільки потужний, що в ньому люди можуть ширяти, як птиці. Чому люди не падають? Чи перебувають люди всередині аеродинамічної труби в невагомості?
-  **10** Поясніть, чому дослідження сезонних явищ має велике значення для сільського господарства, екології, медицини.



- 11** Заведіть щоденник здоров'я і сплануйте індивідуальну програму збільшення фізичної активності. Проконсультуйтеся з учителем фізкультури чи близькими дорослими. Дотримуйтеся етапів розробленої програми. За місяць зробіть висновки щодо результатів.
- 12** Обчисліть масу повітря у вашій класній кімнаті та порівняйте її зі своєю масою. Для цього спочатку виміряйте розміри кімнати або запитайте про це класного керівника/керівницю.
- 13** На шкалі термометра відстань між позначками 20°C і 60°C становить 4 см, а ширина поділки дорівнює 2 міліметра. Скільки градусів «міститься» в кожній поділці шкали термометра?
- 14** Важке ковадло в кузні закріплене на дерев'яній колоді. Чому потужні удари важким молотом по ковадлу не пошкоджують колоду? Адже якби вдаряти молотом по колоді, то на ній з'являться сліди від ударів і згодом колода повністю зруйнується.
- 15** Висота Львівської ратуші 65 метрів. 350 її сходинок є похилою площиною. На яку висоту піднімається людина, якщо долає 7 сходинок?

## РОБОТА В ПАРАХ

- 16** Із додаткових джерел інформації дізнайтеся, як виживають у природі тварини, які рухаються з дуже малою швидкістю й не можуть втекти від хижаків. Створіть ілюстровану презентацію.
- 17** Об'єднайтеся в пари. За допомогою методу «ПРЕС» («Ми вважаємо, що...» → «Тому що...» → «Наприклад...» → «Отже...»), поясніть вислови з точки зору безпеки обмороження.
- Як приходить сніг з дощем, то йдуть до шевця з плачем.
  - У ліс не з'їдиш, то й на печі замерзнеш.
  - Краще почервоніти, ніж посиніти.
  - Мерзлякуватому й на печі холодно.

## МИ ЗАЇНУРЮЄМОСЯ У СВІТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК



- Назвіть 3 факти, які ви дізналися з розділу.
- Наскільки важливим є ті завдання, які ви виконали?
- Де ви зможете використати знання з вивченого розділу?
- Під час вивченого матеріалу ви досягли певних успіхів. Що ви робили для цього?
- Де вам знадобиться новий досвід?
- Із якими перешкодами ви зіткнулися під час опанування розділу? Як ви подолали труднощі?

## § 45. Горіння, умови його виникнення і припинення. Виділення тепла і світла під час горіння речовин



### **Поміркуйте**

Що відбувається, коли ми розпалюємо багаття? А коли вмикаємо газовий пальник плити на кухні?

### **Пригадайте**

- Із яких частинок складаються всі тіла?
- Що ми називаємо теплом?



**Мал. 45.1.** Під час горіння дров ми бачимо полум'я й дим та відчуваємо тепло



Існує легенда, що 212 року до н. е. під час Другої Пунічної війни римський флот був спалений карфагенянами за допомогою дзеркал і відполірованих до блиску щитів. За наказом Архімеда, відбиті дзеркалами сонячні промені скерували на римські кораблі, які загорілися. Про яку умову виникнення горіння йдеться?

### **Трохи про горіння**

Що таке горіння?

Кожен із вас легко відповість на це запитання. Напевно, відповідь буде така: **горіння** — це коли є полум'я, виділяється багато тепла й виділяється дим (мал. 45.1).

Можливо, ви бачили по телевізору, як пожежі охоплюють ліси або дерев'яні будівлі. Підійти до пожежі не можна через високу температуру, бо від полум'я випромінюється велика кількість тепла.

Отже, під час горіння виділяється певна кількість теплової енергії. Її можна використовувати для практичних потреб.

### **Умови, що потрібні для горіння**

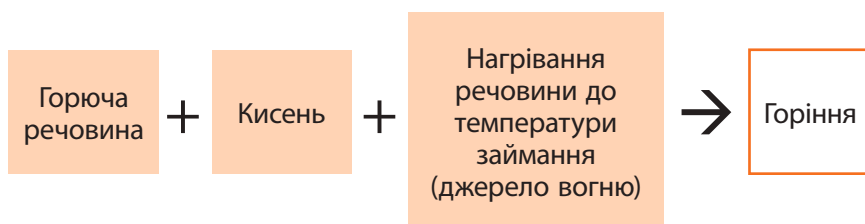
Процес горіння відбувається лише за певних умов (мал. 45.2). Для горіння потрібні:

- горюча речовина;
- наявність кисню (повітря);
- нагрівання речовини до температури займання.

Бо навіть якщо речовина й може горіти, вона не займеться, поки її не нагріти. Так, щоб загорівся папір, його слід нагріти до 230 °С. Зазвичай для досягнення температури займання речовину підпалюють.

**Горючі речовини** легко займаються й можуть далі горіти вже без нагрівання. Горючими речовинами є папір, деревина, вугілля, спирт, бензин, нафта, тканини тощо.

**Негорючі речовини** не горять і не тліють. Це — граніт, пісок, скло, металеві або цегляні конструкції тощо.



**Мал. 45.2.** Умови, що потрібні для горіння



## У якому разі горіння припиняється?

Якщо припинити доступ повітря до багаття або свічки, вони швидко згаснуть. Також горіння припиняється, коли швидко охолодити речовину, що горить. Саме ці методи використовують пожежники, коли заливають пожежі в лісах та будинках водою.

Вода, по-перше, створює шар, що перешкоджає потраплянню повітря до деревини, а, по-друге, вода випаровується на розпеченій деревині й дуже швидко її охолоджує (мал. 45.3).

Отже, робимо висновок: для припинення горіння необхідно перекрити доступ кисню (повітря) або охолодити речовину, що горить, або одночасно використати ці два способи припинення горіння.



**Мал. 45.3.** Пожежники заливають деревину, що горить, водою

## Використання процесу горіння людиною

Прадавні люди бачили, як горять дерева, що займалися від ударів блискавок. І люди зрозуміли: палаюча гілка може стати джерелом світла вночі або в глибині печери. Так були винайдені перші смолоскипи (мал. 45.4а).

Згодом з'явилися інші джерела світла, у яких використовувалося горіння, — свічки й газові ліхтарі (мал. 45.4б, в). Сьогодні для освітлення процес горіння вже не використовують, його замінила електрика.

Людина здавна використовувала горіння також для обігріву та приготування їжі. Спочатку це були вогнища, печі, каміни, а сьогодні з'явилися сучасні джерела теплового випромінювання (мал. 45.5, с. 132).



а



б



в

**Мал. 45.4.** Використання горіння для освітлення: а — смолоскипи; б — свічки, в — газові ліхтарі

## Дізнайтеся більше

Для того, щоб відбулося горіння, потрібен кисень із повітря. Проте, крім кисню, є ще й інші речовини, які підтримують горіння. Цей процес може відбуватися в середовищі озону, хлору, фтору.



**Мал. 45.5.** Сучасні конфорки для приготування їжі на плиті — це «нащадки» вогнищ прадавніх людей

### Дізнайтеся більше

У середині XIX століття мешканці Львова Ігнатій Лукасевич та Ян Зех винайшли одне з широкочисливаних джерел світла, де використовувалося горіння палива, — газову лампу.



Пам'ятник Ігнатію Лукасевичу, Яну Зеху та газовій лампі у Львові



#### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке горіння?
2. Наведіть приклади горючих речовин.
4. За яких умов відбувається горіння?
5. Чому горіння використовують для приготування їжі?
- 6\*. Як правильно загасити вогнище після пікніка?
- 7\*. Із додаткових джерел дізнайтеся, яку небезпеку для людини й довкілля становить горіння торф'яників. Сформулюйте це в одному-двох реченнях.



#### Ключова ідея

Горіння — це явище, яке відбувається з виділенням теплової енергії. Зазвичай горіння супроводжується полум'ям і утворенням великої кількості тепла. Але горіння може відбуватися без полум'я.

Для горіння необхідні певні умови: нагрівання горючої речовини до температури займання та наявність кисню (повітря).

Для припинення процесу горіння необхідно перекрити доступ кисню (повітря) або охолодити речовину, що горить, або одночасно використати ці два засоби припинення горіння.



## § 46. Джерела теплової енергії

### Горюче паливо

Для одержання тепла люди спалюють горючі речовини. Найбільше тепла у процесі горіння дають **паливні корисні копалини**, які ще називають **горючими**. Це — різні види вугілля, нафта, природний газ, торф тощо.

Сьогодні людство використовує багато нафти, газу та вугілля. Їхні запаси зменшуються набагато швидше, ніж утворюються нові поклади, адже процес утворення паливних корисних копалин триває мільйони років. Саме тому горючі корисні копалини належать до невідновлюваних ресурсів. **Невідновлювані природні ресурси** — це ресурси природи, які після їхнього використання або не відновлюються зовсім, або відновлюються впродовж дуже тривалого часу, або відновлюються значно повільніше, ніж споживаються (мал. 46.1а).

Не лише видобуток, а й спалювання горючих копалини завдає шкоди нашій планеті. Під час горіння вугілля, газу або торфу в атмосферу потрапляє величезна кількість диму, складником якого є вуглекислий газ. А збільшення його кількості в атмосфері — одна з причин зміни клімату на нашій планеті.

Сьогодні пропонують використовувати такі джерела теплової енергії, які майже не шкодять довкіллю: енергію води, вітру й Сонця, внутрішню енергію Землі та енергію рослин (біомаси) (мал. 46.1б). Використання

### Поміркуйте

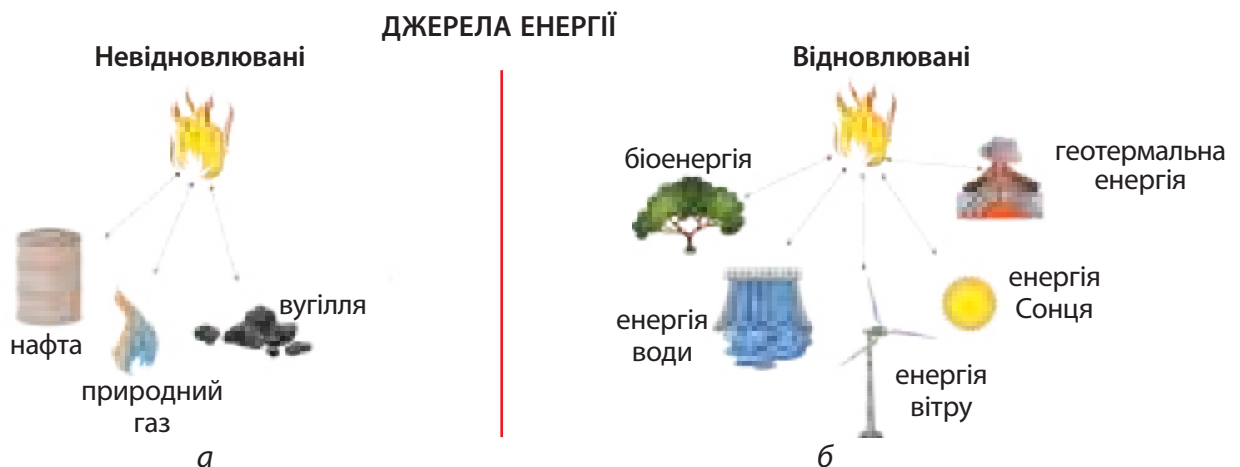
- Як людина може використовувати енергію Сонця?
- Чому одну з груп корисних копалин називають «паливні копалини»?

### Пригадайте

- Які види енергії ви знаєте?
- Як тепло може передаватися між тілами?
- Які паливні корисні копалини ви знаєте?



Створіть "Хмару слів", пов'язану з різними джерелами енергії, власноруч або за допомогою комп'ютерної програми.



Мал. 46.1. Невідновлювані (а) й відновлювані (б) джерела енергії



**Мал. 46.2.** Сонячне тепло нагріває воду в спеціальних трубках. Будинок забезпечений теплою водою



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які властивості горючих корисних копалин дозволяють використовувати їх для господарської діяльності людини?
2. Назвіть головні джерела теплової енергії, які використовувало людство в минулому. Чи змінилося їх використання сьогодні?
3. Як впливає на довкілля використання горючих корисних копалин?
4. Чому все частіше людство використовує «зелену енергетику»?
- 5\*. Чи можна сказати, що Сонце випромінює необмежено велику кількість енергії?
- 6\*. Із додаткових джерел дізнайтеся, що таке морський бриз. Поміркуйте, який вид енергії може отримувати наша держава на узбережжях Чорного й Азовського морів?

таких джерел теплової енергії називають «зеленою енергетикою».

Сьогодні ми використовуємо енергію вітру для виробництва електричної енергії. Чим більша швидкість вітру, тим більше енергії виробляє вітрова установка. Сьогодні на території України функціонує 14 вітрових електричних станцій.

### Сонячна енергія

Сонце є величезним джерелом теплової енергії, яку також можна використовувати для потреб людства. Випромінювання Сонця дуже потужне: якщо людство навчиться його використовувати, то це вирішить багато енергетичних проблем на Землі. Для використання енергії Сонця створюють спеціальні системи, які можна розмістити на даху або стінах будинків (мал. 46.2). Так будівлі перетворюються на «постачальників» тепла.

### Дізнайтеся більше

Джерелом геотермальної енергії є природне тепло глибинних шарів Землі, яке нагріває підземні води. Використовуючи це тепло, людство змогло б суттєво зменшити використання паливних корисних копалин. Але геотермальну енергію поки що мало використовують. Утім в Ісландії вона забезпечує опалення половини всіх будинків. В Україні також є джерела геотермальної енергії, зокрема в Карпатах і Криму.



### Ключова ідея

Паливні корисні копалини є найпоширенішими сьогодні джерелами теплової енергії. Це нафта, газ, вугілля, торф тощо. Горючі копалини належать до невідновлюваних ресурсів.

Відновлювальні джерела теплової енергії — це вода, вітер, Сонце, тепла енергія Землі. Ці види енергії значно безпечніші для довкілля.



## § 47. Паливні ресурси Землі. Роль організмів у формуванні паливних ресурсів

### «Законсервована» енергія Сонця

Ми використовуємо теплову енергію, що виділяється під час згоряння вугілля, нафти та природного газу. А чи знаєте ви, що теплову енергію, яка виділяється під час спалювання палива, іноді називають «законсервованою» енергією Сонця?

Річ у тім, що паливні корисні копалини формувалися багато мільйонів років із решток відмерлих рослин і тварин під дією високого тиску й температури в глибині Землі. А рослини й тварини на нашій планеті, як ви знаєте, існують завдяки енергії Сонця. Рослини безпосередньо поглинали енергію сонячних променів, травоядні тварини харчувалися рослинами, а хижаки — травоядними тваринами. Із часом рештки рослин і тварин у надрах Землі перетворилися на паливні корисні копалини (мал. 47.1). Саме тому теплову енергію, що виділяється під час спалювання палива, можна назвати «законсервованою» енергією Сонця.

### Паливні ресурси Землі

Сукупність паливних корисних копалин на нашій планеті називають *паливними ресурсами Землі*. До них належать газ, нафта, вугілля, торф, горючі сланці. За фізичними ознаками паливні копалини поділяють на тверді (вугілля, горючі сланці, торф), рідкі (нафта), газоподібні (природний газ).

Розгляньмо копалини, що найчастіше використовують як у світі, так і в Україні.

### Вугілля

Вугілля людина використовує з давніх-давен. Це одна з найпоширеніших природних копалин. Вугілля — це тверда осадова гірська порода. Воно утворилося із залишків рослин під дією тиску й високої температури. Обов'язковою умовою утворення вугілля є відсутність кисню. Найкращі умови для утворення вугілля були в болотах.

За вмістом вуглецю вугілля поділяють на буре, кам'яне та антрацит (мал. 47.2, с. 136). Найкращі паливні властивості в антрациті. Україна посідає восьме місце у світі за запасами вугілля.

### Поміркуйте

Чому паливні ресурси належать до невідновлюваних?

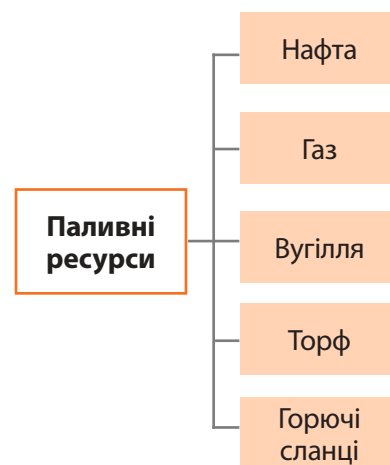


### Пригадайте

- Які види паливних корисних копалин ви знаєте?
- Завдяки чому виділяється теплова енергія з паливних корисних копалин?



Мал. 47.1. Відбиток листка давньої папороті на шматку кам'яного вугілля





а

Мал. 47.2. Вугілля: а — кам'яне; б — буре



б



Мал. 47.3. Нафта — густа масляниста рідина

### Дізнайтеся більше

Існує ще одна теорія походження горючих копалин, за якою вони мають мінеральне (вулканічне) походження. На початку ХХ століття французький науковець Поль Сабатьє змодельював відповідний процес у своїй лабораторії. У результаті він отримав суміш, подібну до нафти.

### Нафта

Нафта є джерелом рідкого природного палива на нашій планеті. Це густа масляниста рідина (мал. 47.3). Її колір здебільшого темно-коричневий, але іноді знаходять поклади безбарвної нафти.

Більшість із наукової спільноти вважають, що нафта утворюється на глибині понад 2 км із рештків вимерлих рослин і тварин за умов високої (до 100–200 °С) температури. Їхнє перетворення на нафту триває мільйони років (мал. 47.4).

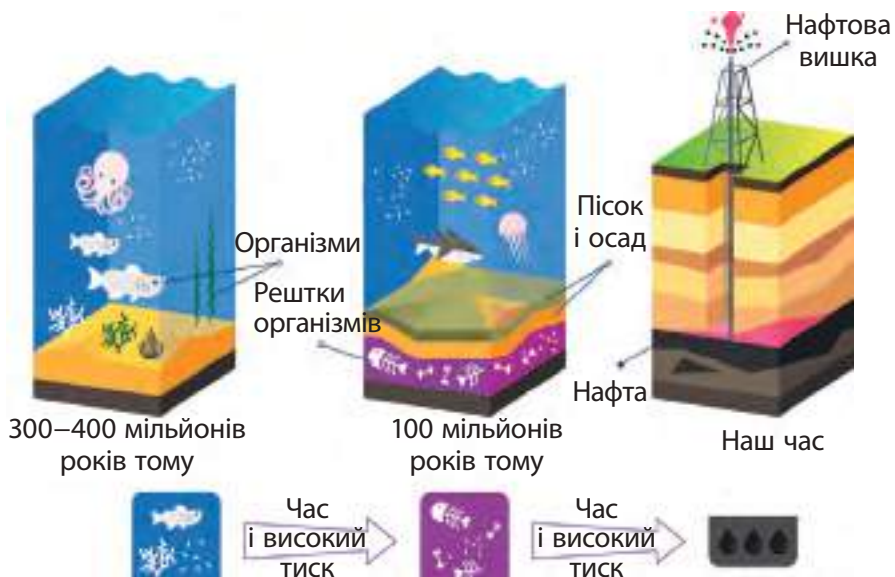
1853 року у Львові було отримано перший у світі патент на виготовлення гасу з нафти. Його почали активно використовувати як джерело світла в газових лампах. Саме це привело до підвищення попиту на «чорне золото», як іноді називають нафту, і розвитку її видобутку у світі.



### Дослід

Під час транспортування нафти водними шляхами іноді трапляються аварії. Нафта виливається в море. Якої шкоди довкіллю можуть завдати нафтові плями на поверхні води?

За результатами роботи підготуйте презентацію.



Мал. 47.4. Процес утворення нафти з відмерлих організмів





## Природний газ

Ще однією поширеною паливною копалиною є природний газ. Він утворюється під земною корою внаслідок розкладання різних органічних речовин за умов відсутності кисню.

Часто газ називають «блакитним золотом». Це газоподібна безбарвна речовина, що не має запаху. Чому ж тоді «блакитне»? Таку назву газ отримав через колір полум'я під час горіння (мал. 47.5).

Людина використовує великі обсяги газу в промисловості та побуті. Але корисний газ може бути дуже небезпечним! Він легко займається і в разі витіку може спричинити вибух. А за великого вмісту в повітрі чинить задущливу дію на організм людини. Тому під час використання газу в побуті слід дотримуватися правил безпеки поведіння з газовими приладами. Природний газ не має запаху, тому, щоб можна було визначити витік газу, до нього додають спеціальні речовини. Саме їхній запах ми відчуваємо, якщо є його витік.

Запам'ятайте! Якщо ви відчуваєте запах газу, слід повідомити про це дорослим або зателефонувати до газової служби за номером 104.

Якщо є підозра на витік газу, не можна вмикати електроприлади й користуватися відкритим вогнем. Потрібно відкрити вікна та двері.

### Дізнайтеся більше

250 років тому надра України прославилися великими запасами нафти. «Чорне золото» знайшли на незначній глибині в кілька десятків метрів. Тому видобували його через нафтові копанки. Від 1771 року на території сучасної Івано-Франківської області розпочалася промислова розробка нафти. Разом із підприємствами біля м. Борислав (Львівська область) цей нафтопромисел став найбільшим у Європі на той час.



### Ключова ідея

Сукупність паливних корисних копалин на нашій планеті називають паливними ресурсами Землі. До них належать вугілля, газ, нафта, горючі сланці та торф. Майже всі паливні ресурси утворилися в надрах Землі із залишків рослин і тварин під дією тиску й високої температури впродовж мільйонів років. Усі паливні копалини є важливими для людства.



**Мал. 47.5.** У газових конфорках блакитним полум'ям згоряє природний газ



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які корисні копалини належать до паливних ресурсів Землі?
2. Чому нафту називають «чорним золотом», а газ — «блакитним золотом»?
3. Як утворювалася нафта?
4. Які паливні ресурси є в Україні? Для відповіді використайте карту корисних копалин України.
5. Які дії необхідно виконати, якщо ви відчуєте запах газу?
- 6\*. Із додакових джерел інформації дізнайтеся, як на картах позначають паливні копалини: вугілля, нафту, природний газ, торф.

## § 48. Нагрівання. Розширення/стиснення і збереження маси під час процесів нагрівання й охолодження



### **Поміркуйте**

- Чому літають повітряні кулі, наповнені теплим повітрям?
- Для чого залізничні рейки укладають так, щоб між ними були проміжки?



### **Пригадайте**

- Як можна нагріти тіло?
- На якому явищі ґрунтується дія рідинних термометрів?



Наведіть приклади, які підтверджують, що тверді тіла, рідини й гази розширюються під час нагрівання.

### **Теплове розширення газів**

Проведемо дослід (разом із дорослими). На скляну пляшку надінемо гумову кульку, поставимо пляшку в тарілку та наллємо в тарілку теплу воду. Повітря в пляшці нагріється, розшириться й надує кульку. Ми спостерігаємо *теплове розширення газу* (повітря) (мал. 48.1).

Гумова кулька не дозволяє повітрю як виходити назовні, так і потрапляти в пляшку. Тобто під час теплового розширення маса газу залишається сталою.

Оскільки під час нагрівання об'єм газу збільшується, а маса залишається тією самою, густина газу зменшується. Так гаряче й менш густе повітря піднімає вгору полум'я багаття, свічки, газового пальника. Ще говорять, що тепле повітря легше за холодне. Саме тому піднімаються вгору повітряні кулі, наповнені теплим повітрям (мал. 48.2).

### **Теплове розширення рідин**

Із *тепловим розширенням рідин* ми стикаємося в рідинних термометрах (мал. 48.3).

Якщо налити у пластикову пляшку теплої, заздалегідь прокип'яченої води, ретельно закоркувати пляшку, а потім її охолодити в холодильнику або на вулиці, то можна побачити, як стиснулися стінки пляшки (мал. 48.4).

Це відбувається через те, що під час охолодження об'єм води зменшується і пляшка стискається.



**Мал. 48.1.** Гумова кулька роздувається через розширення повітря під час нагрівання



**Мал. 48.2.** Тепле повітря через меншу густину піднімається вгору

### Теплове розширення ТВЕРДИХ ТІЛ

Для спостереження *теплового розширення твердих тіл* у шкільному кабінеті фізики використовують досить простий прилад — металеві кульку й кільце. Отвір кільця підібрано так, що холодна кулька впритул проходить крізь кільце.

Якщо кульку нагріти на спиртівці й знову спробувати пронести крізь кільце, то вона застрягне. Це доводить, що кулька збільшилася (мал. 48.5).

Після охолодження кулька стискається й проходить крізь отвір.

### Теплове розширення В ПРИРОДІ

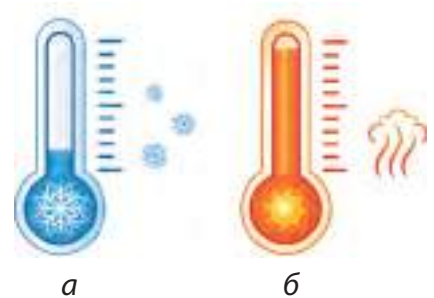
Теплове розширення та стиснення трапляються у природі. Так, повітря біля поверхні Землі нагрівається, розширюється і рухається вгору (у вертикальному напрямку), а на його місце в горизонтальному напрямку рухаються більш холодні повітряні маси. Так виникають вітри.

Через нагрівання й охолодження гірських порід, яке відбувається внаслідок добових і річних змін температури, вони розширюються й стискаються. Так утворюються тріщини, що згодом призводить до руйнування порід.



**Мал. 48.4.** Дослід, що підтверджує теплове стиснення рідин, можна провести вдома

Низька температура      Висока температура



**Мал. 48.3.** Зі зниженням температури об'єм рідини в термометрі зменшується — стовпчик рухається вниз (а), із підвищенням температури рідина розширюється — стовпчик піднімається (б)



**Мал. 48.5.** Нагріта кулька вже не проходить в отвір



**Мал. 48.6.** У техніці й будівництві обов'язково враховують теплове розширення тіл



**Мал. 48.7.** Дія металевих термометрів ґрунтується на тепловому розширенні тіл

## Теплове розширення в техніці та будівництві.

Теплове розширення тіл ураховують під час конструювання всіх установок, приладів і машин, які працюють в умовах змінних температур.

Дроти ліній електропередач ніколи не натягують, щоб узимку вони не розірвалися. Під час спорудження мостів у конструкції додають так звані температурні шви, щоб запобігти деформаціям у разі зміни температури (мал. 48.6).

## Теплове розширення в побуті

Теплове розширення металів використовують у побутових термометрах. Під час нагрівання або охолодження термометра металева стрічка розширюється або стискається, а за ступенем її вигину вимірюють температуру.

Такі термометри зручно використовувати на кухні для вимірювання температури в духовці під час приготування страв (мал. 48.7).



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що відбувається з тілами під час нагрівання?
2. Чому густина газів, зокрема повітря, під час нагрівання зменшується?
3. Де використовують теплове розширення рідин?
4. Як властивість води мати найбільшу густину за  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  впливає на життя мешканців водойм?
5. Чому під час конструювання об'єктів, що працюють в умовах змінних температур, потрібно враховувати теплове розширення або стиснення речовин?
- 6\*. Стоматологи не рекомендують їсти дуже гарячу їжу. Як ви вважаєте, чому?

## Дізнайтеся більше

Найпоширеніша на поверхні Землі речовина — вода — має особливість, що відрізняє її від більшості інших рідин. Вона розширюється за нагрівання лише понад  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У діапазоні температур від  $0$  до  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  об'єм води за нагрівання... зменшується! Отже, найбільшу густину вода має за  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Узимку під шаром льоду більш тепла вода опускається на дно водойм, а холодна залишається з температурою близько  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  — на поверхні. Це не дає промерзати водоймам й забезпечує життя водних мешканців узимку.



Узимку біля дна водойм температура води  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  через те, що за такої температури густина води найбільша



### Ключова ідея

За нагрівання переважна більшість речовин розширюються, а за охолодження — стискаються. Теплове розширення газів зумовлює те, що тепле повітря підіймається вгору. Теплове розширення рідин використовують у рідинних термометрах. Теплове розширення твердих речовин потрібно враховувати у техніці, під час будівництва тощо.



## § 49. Зміни агрегатних станів речовини



### Агрегатні стани речовини

Ви вже знаєте, що лід, вода та водяна пара складаються з однакових молекул — молекул води. Різниця лише в тому, що вода перебуває в різних станах: твердому, рідкому, газоподібному. Ці стани речовин називають *агрегатними* (мал. 49.1).

Багато речовин за різних умов можуть перебувати в різних агрегатних станах. За звичайних умов повітря — це газ, а за низької температури — рідина. Залізо за звичайних умов тверде, а за високої температури — рідке.

### Плавлення та твердіння

Із вашого досвіду ви знаєте, що речовини можуть змінювати свій агрегатний стан.

Восени калюжі вкриваються кригою, а влітку після дощу такі самі калюжі швидко висихають. Навесні тане сніг. У теплу погоду йде дощ, а в морозну — сніг.

Це приклади зміни агрегатних станів води. Так само можуть змінювати агрегатні стани й інші речовини.

Процес, за якого тверді тіла переходять у рідкий стан, називають *плавленням* (мал. 49.2). Прикладами плавлення є танення льоду, плавлення металів тощо.

### Випаровування та конденсація

Нагрівання рідин спричиняє *пароутворення* — випаровування з поверхні рідини (мал. 49.3). А за подальшого нагрівання відбувається процес кипіння.



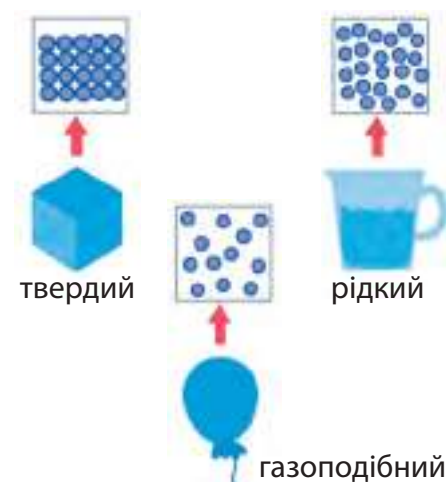
### Поміркуйте

- Куди зникають калюжі після дощу?
- Звідки береться туман?



### Пригадайте

- Які агрегатні стани речовини ви знаєте?
- Що спільного між льодом, водою та водяною паром?



Мал. 49.1. Агрегатні стани речовин



Мал. 49.2. Танення бурульок — процес переходу води з твердого стану в рідкий



Мал. 49.3. Випаровування води під час кип'ятіння



**Мал. 49.4.** Конденсація водяної пари на холодному склі вікна



**Мал. 49.5.** Лід утворюється у процесі кристалізації



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що необхідно зробити, щоб конденсувалася водяна пара?
2. Що потрібно зробити, щоб перетворити воду на лід?
3. Як потрібно змінити температуру, щоб розпочався процес випаровування?
4. У якому стані перебувають речовини в морозиві? Завдяки якому процесу воно утворюється під час приготування?
- 5\*. Проведіть дослідження зміни агрегатних станів харчових продуктів і заморозьте фруктовий сік або молоко з допомогою дорослих. Опишіть або сфотографуйте зміни, які при цьому відбулися.

Якщо газ або пару охолоджувати, то, зазвичай, спочатку газ *конденсується* — перетворюється на рідину (мал. 49.4)

Охолодження перетворює рідину на тверде тіло: відбувається *твердіння*, або *кристалізація* (мал. 49.5).

Агрегатний стан багатьох речовин залежить від температури.

### Дізнайтеся більше

Іноді перехід із твердого стану в газоподібний може минути рідкий стан. Такий процес називають *сублімацією*. Наприклад, тверда вуглекислота (її ще називають «сухий лід») за температури  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  й атмосферного тиску випаровується без переходу в рідкий стан, тобто сублімується.

Перехід із газоподібного стану у твердий називають *десублімацією*.



Процеси переходу води у різні агрегатні стани



### Проектна діяльність

Створіть лепбук про зміни агрегатних станів речовин у природі та побуті.



### Ключова ідея

Багато речовин за різних умов можуть перебувати в різних агрегатних станах. Речовини змінюють агрегатний стан за певних умов: нагрівання, охолодження. За підвищення температури відбуваються процеси плавлення, парування й кипіння. А за зниження температури – твердіння або кристалізація.



## § 50. Джерела світла. Сонце. Сонячна енергія. Розподіл світла й тепла на земній поверхні



### Джерела світла

Світло випромінюють Сонце, зорі, свічки, лампи тощо. Це — джерела світла.

*Джерела світла* — тіла чи предмети, що випромінюють світло.

Які ж тіла можуть бути джерелами світла?

Проведемо дослід (разом із дорослими). Щипцями або плоскогубцями тримайте цвях і нагривайте його в полум'ї газової горілки. Цвях розжарюється й починає випромінювати світло. Спочатку цвях світиться червоним, а за подальшого нагрівання колір стає жовтогарячим (мал. 50.1). Якщо б ми далі підвищували температуру, то колір розпеченого цвяха став би білим, а потім блакитним.

Нагріті тіла, що випромінюють світло, називають *тепловими джерелами світла*.

### Природні та штучні джерела світла

Джерела світла також поділяються на *природні* та *штучні*.

До природних джерел світла належать Сонце, зорі, блискавки, полярні сяйва, лісові пожежі тощо.

Ще з давнини люди почали виготовляти штучні джерела світла. Перші з них використовували горіння різних видів палива: дерева, жиру, сала, олії.

Усе змінилося, коли наприкінці ХІХ століття американець Томас Едісон винайшов лампочку розжарювання, а згодом з'явилися лампи денного світла та світлодіодні лампи (мал. 50.2).



### Поміркуйте

- Що таке джерело світла?



### Пригадайте

- Яке джерело світла для нас найважливіше?
- Як енергія Сонця потрапляє на Землю?
- У якому поясі освітленості розташована Україна?



Мал. 50.1. Нагріті тіла випромінюють світло



Середній термін роботи світлодіодної лампи, яка коштує від 55 грн, становить близько 50 000 годин у безперервному режимі. Це приблизно 6 років, якщо використовувати лампу цілодобово. У лампи розжарювання, вартість якої від 5 грн, термін безперервної роботи становить приблизно 1 місяць. Які лампи вигідніше використовувати? Відповідь обґрунтуйте обчисленнями.



Мал. 50.2. Штучні джерела світла

## Дізнайтеся більше



**Ніна Миколаївна  
Мороженко  
(1928–2009)**

Сонце — найближча до нас зоря, але не всі її загадки розкрито. Українська астрономікня Ніна Мороженко займалася дослідженням будови Сонця та процесів, що в ньому відбуваються

## Енергія Сонця

Земля перебуває на відстані 150 мільйонів кілометрів від Сонця. Цю відстань світло долає приблизно за вісім з половиною хвилин, поширюючись зі швидкістю 300 000 кілометрів за секунду. Це найбільша можлива швидкість у природі!

Сліпуче яскраве Сонце — найважливіше для нас, землян, теплове джерело світла, адже температура на його поверхні сягає 6000 °С.

*Сонячна енергія*, яку Земля отримує від Сонця через випромінювання у вигляді тепла і світла, є основним джерелом енергії для живих організмів, зокрема людини. Енергію Сонця можна використовувати як джерело тепла й електроенергії, про що ми говорили в попередніх параграфах. Також сонячна енергія впливає на клімат і погоду на нашій планеті.

## Розподіл світла й тепла на Земній поверхні

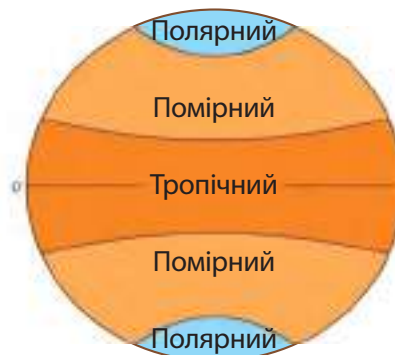
Ви вже знаєте, що кількість сонячного тепла і світла, яке отримує поверхня Землі, у різних географічних зонах не однакова. Оскільки Земля має форму кулі, сонячні промені падають на її поверхню під різними кутами. Чим більший кут між променями Сонця і поверхнею планети, тим більше світла вона отримує. Цей кут найбільший на екваторі. У напрямку до полюсів він зменшується (мал. 50.3).

Відповідно до цього зменшується й кількість світла, яку отримує земна поверхня (мал. 50.4).

Залежно від середнього за рік кута між сонячними променями та земною поверхнею, на Землі виділяють такі пояси освітленості: один тропічний (жаркий), два помірні та два полярні (холодні).



**Мал. 50.3.** Сонячні промені падають на поверхню Землі під різними кутами



**Мал. 50.4.** Пояси освітленості Землі

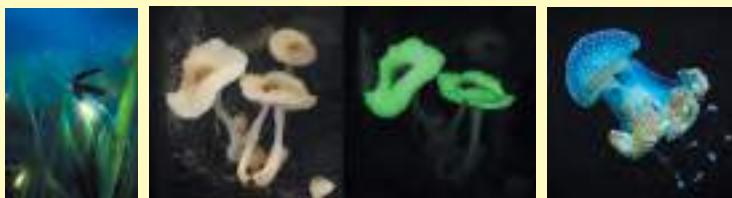




## Дізнайтеся більше

Деякі живі організми також здатні випромінювати світло. У вологому лісі навколо трухлявих пнів («гниляків») уночі можна побачити таємниче світіння. Його джерелом є мікроорганізми.

Також випромінюють світло деякі гриби, комахи, водорості, морські молюски, медузи та риби. Такі живі організми належать до холодних джерел світла.



Серед живих істот багато тих, хто є джерелами холодного світла

Світіння організмів — це не «забавка» для них. Ця «здібність» сформувалися в них у процесі еволюції, оскільки має життєво важливе значення. Так, світіння допомагає організмам відлякувати хижаків і полювати.



Удильник, або морський чорт, приманює здобич за допомогою світла на вудці, якою його «нагородила» природа



### Ключова ідея

Джерела світла — це тіла чи предмети, які випромінюють світло. Нагріті тіла, що випромінюють світло, називають тепловими джерелами світла.

Джерела світла поділяють на природні та штучні.

Сонячна енергія є основним джерелом енергії для живих організмів і найважливішою умовою життя на планеті.

Залежно від кута падіння сонячних променів на земну поверхню, виділяють полюси освітленості: один тропічний (жаркий), два помірні та два полярні (холодні).



### Дослідження

У два однакові пластикові стаканчики посадить по насінині однакових рослин (соняшник, пшениця, квасоля тощо). Лише з'являться паростки, один стакан накрийте цупким папером або іншою непрозорою посудиною. Через певний час порівняйте, як виглядає паросток, що зростає без сонячного світла, та той, що зростає під Сонцем. Зробіть висновок про вплив сонячного світла на ріст рослин. За можливості зробіть фотографії та оформте ілюстрований звіт.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке джерело світла?
2. Наведіть приклад теплового джерела світла.
3. Чи можна вважати Місяць джерелом світла?
4. У чому полягає відмінність між природними та штучними джерелами світла?
5. Із якою швидкістю поширюється світло?
6. Від чого залежить нагрівання земної поверхні Сонцем?
7. Скільки може тривати полярний день і полярна ніч?
- 8\*. Що таке, на ваш погляд, сонячна засмага?

## § 51. Освітленість. Люкс



### Поміркуйте

Чи комфортно вам читати книжку в сутінках або за надто яскравого освітлення?



### Пригадайте

- Які джерела світла ви знаєте?
- Як змінюється колір розжареного тіла зі збільшенням його температури?



**Мал. 51.1.** Освітленість земної поверхні сонячного дня та місячної ночі дуже відрізняються



**Мал. 51.2.** Місце для навчання має бути добре освітленим

### Освітленість. Люкс

Інтуїтивно ми розуміємо побутове значення терміна «освітленість» як порівняння: сонячним днем освітленість поверхні Землі велика, а місячної ночі — мала (мал. 51.1).

У науці, щоб визначити, як освітлена поверхня, використовують фізичну величину — *освітленість*. Освітленість визначається кількістю світлової енергії, що потрапляє на ту чи іншу поверхню.

Одиницею освітленості є *люкс* (скорочено лк). Освітленість в один люкс — це невелика освітленість, приклади.

Щоб зрозуміти, якою є освітленість у різних випадках, розгляньмо приклади.

Ясного сонячного дня освітленість поверхні Землі становить до ста тисяч люксів.

Людське око має високу чутливість: людина може розібрати надписи на оголошеннях на вулиці вночі за повні, коли освітленість дорівнює 0,25 люкса, тобто близько в 400 000 разів менша, ніж за сонячного дня. Але зловживати можливостями такого чудового «оптичного інструмента», як око, не варто: читаючи за слабкого освітлення, ви погіршуєте свій зір!

Освітленість шкільної парти за санітарними нормами має бути близько 500 люксів (мал. 51.2). Це враховують, коли проєктують розташування вікон і системи освітлення у шкільних приміщеннях.

### Вимірювання освітленості

Для вимірювання освітленості використовують спеціальні прилади — *люксметри* (мал. 51.3). Головним їхнім елементом є приймач світла, що називається *фотоелемент*.



**Мал. 51.3.** Люксметр дозволяє виміряти освітленість будь-якої поверхні



## Від чого залежить освітленість?

У разі віддалення від джерела світла освітленість зменшується.

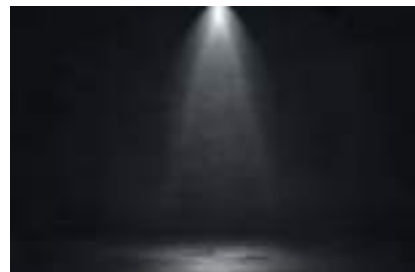
Це легко довести, якщо розглянути поширення світла від джерела в темній кімнаті. Можна помітити, що утворюється «світлова піраміда». І чим далі від вершини (джерела світла), тим більшою є основа цієї піраміди (мал. 51.4).

У міру віддалення від джерела світло начебто «розмазується» більшою площею.

Освітленість залежить також від кута, під яким світлові промені падають на поверхню: якщо вони падають перпендикулярно до поверхні, то освітленість найбільша. Саме через це на Землі існують пояси освітленості, про які ми говорили в параграфі 50.

Імовірно, ви чули вислів: «Взимку Сонце світить, та не гріє». Річ у тім, що взимку Сонце піднімається над горизонтом не так високо, як улітку. Через це кут між сонячними променями та поверхнею Землі набагато менший, ніж улітку (мал. 51.5).

Освітленість поверхні Землі взимку менша й вона менше прогрівається.



**Мал. 51.4.** Чим далі від джерела світла, тим більшою площею поверхні розподіляється світло



**Мал. 51.5.** Взимку (а) сонячні промені «ковзають» поверхнею Землі значно нижче, ніж улітку (б)

## Дізнайтеся більше

Планета Меркурій майже втричі ближча до Сонця, ніж Земля. А освітленість на Меркурії майже в десять разів більша, ніж на Землі: уявіть, що в небі Меркурія світить ніби десять «земних» сонць одночасно! Саме тому за меркуріанський день поверхня цієї планети розжарюється до температури понад 400 °С.



### Ключова ідея

Освітленість характеризує кількість світлової енергії, що потрапляє на ту чи іншу поверхню. Одиницею освітленості є люкс. Освітленість в один люкс — це невелика освітленість, сутінки.

Ясного сонячного дня освітленість поверхні Землі становить до ста тисяч люксів. Освітленість Землі значно змінюється залежно від відстані до екватора, часу доби й пори року. Освітленість у місячну ніч дорівнює 0,25 люкса.

Освітленість шкільної парти має бути на рівні 500 люксів.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Від чого залежить освітленість?
2. Чому взимку Сонце світить, але не гріє?
3. Яким має бути освітлення робочого місця за партою або письмовим столом?
- 4\*. Як зміниться освітленість підлоги під лампою, якщо лампу опустити нижче? Поясніть свою відповідь.

## § 52. Прямолінійне поширення світла. Тінь. Сонячне та Місячне затемнення



### **Поміркуйте**

Чому в сонячний день тінь є, а похмурого дня немає?

### **Пригадайте**

- Що таке джерела світла?
- Як рухається Місяць навколо Землі?



**Мал. 52.1.** Світлові пучки створюють красиві види

### **Світлові промені**

Ви, напевно, бачили як пучки сонячного світла пробиваються крізь хмари або крону дерев (мал. 52.1).

Якщо на шляху світла поставити непрозорий екран і зробити в ньому маленький отвір, то світловий пучок буде дуже вузьким. Так само вузьким є світловий пучок у лазерній указці (мал. 52.2).

Вузькі пучки світла називають *світловими променями*. Саме вони вказують напрямок поширення світла.

### **Прямолінійне поширення світла**

Світлові промені показують, як поширюється світло у просторі. Якщо на шляху світла не буде перешкод або неоднорідностей, то промені будуть прямі.

**В однорідному середовищі світло поширюється прямолінійно** (мал. 52.3).

Однорідним середовищем є безповітряний простір, нерухомі повітря чи вода за умови, що по всьому об'єму в них однакова температура. Якщо, наприклад, температура повітря в різних шарах відрізняється, то воно стає неоднорідним, у такому повітрі світлові промені вигинаються й утворюються *міражі*. Морська вода різної солоності також є прикладом неоднорідного середовища — у такій воді світлові промені також вигинаються.

Прямолінійність поширення світла використовують, коли потрібно перевірити: чи прямолінійні будь-які поверхні, чи вишикувані тіла вздовж однієї прямої (мал. 52.4).



**Мал. 52.2.** Маленький отвір у непрозорому екрані або лазерна указка створюють вузькі світлові пучки



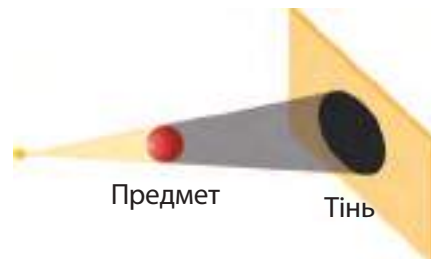
**Мал. 52.3.** Світлові промені показують прямолінійне поширення світла



**Мал. 52.4.** Прямолінійне поширення світла допомагає планувати будівництво із використанням оптичних приладів



**Мал. 52.5.** Форма тіні нагадує форму предмета



**Мал. 52.6.** Утворення чіткої тіні

## Тінь

Усі ви бачили *тіні* від предметів. Це ділянки, куди світло від джерела не потрапляє (мал. 52.5).

Тінь утворюється тому, що світлові промені поширюються прямолінійно й не потрапляють за краї предметів, які опиняються на їхньому шляху.

Освітимо невелику кулю з відстані кількох метрів маленькою лампочкою. Ми помітимо чітку тінь від предмета (мал. 52.6).

## Сонячне та Місячне затемнення

Ви вже знаєте, що Місяць обертається навколо Землі та разом із нею — навколо Сонця. Періодично під час такого обертання він займає положення між Сонцем і нашою планетою й затуляє для жителів Землі сонячне світло. У цей час відбувається **сонячне затемнення**. Можна сказати, що Місяць відкидає свою тінь на поверхню Землі (мал. 52.7).

Відповідно до того, наскільки Місяць закриває сонячний диск, існують різні типи сонячних затемнень.

**Повне сонячне затемнення** відбувається, коли Сонце, Місяць та Земля вишикуються в одну пряму лінію. На невеликій ділянці Земної поверхні на кілька хвилин ніби настає ніч, оскільки для жителів, які там мешкають, Місяць повністю блокує сонячне світло (мал. 52.8).

**Неповне сонячне затемнення** відбувається, коли Місяць перебуває трохи збоку від лінії Сонце-Земля.

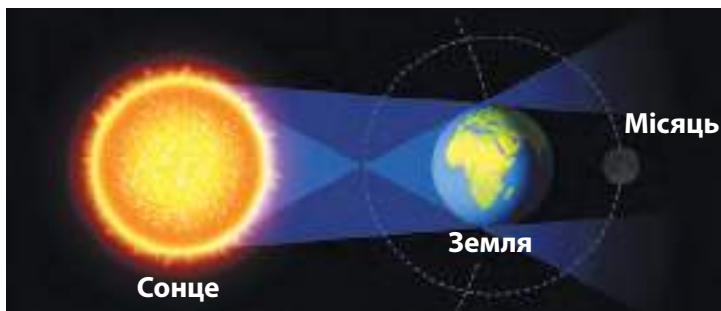
Якщо ж Місяць під час свого обертання навколо Землі опиняється на лінії Сонце-Земля за нашою планетою, а не перед неї, то потрапляє в ділянку її



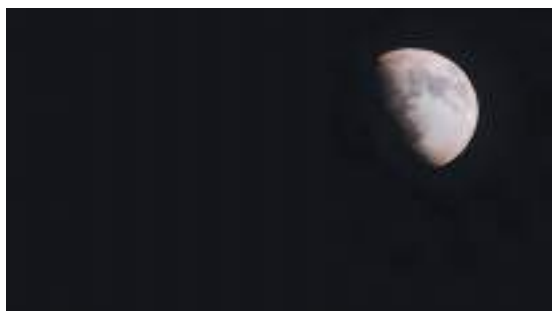
**Мал. 52.7.** Розташування Сонця, Місяця та Землі під час сонячного затемнення



**Мал. 52.8.** Повне сонячне затемнення. Острів Шпіцберген 20 березня 2015 року



**Мал. 52.9.** Розташування Сонця, Землі та Місяця під час місячного затемнення



**Мал. 52.10.** Часткове місячне затемнення



На білому аркуші паперу намалюйте предмет, із будь-якого боку від нього намалюйте джерело світла. Намалюйте тінь від предмета, залежно від розташування джерела світла.

тіні. Відбувається *місячне затемнення* (мал. 52.9). Під час такого затемнення ми бачимо тінь Землі, що падає на Місяць. Місячні затемнення також можуть бути повними або частковими, коли лише частина Місяця потрапляє в тінь Землі (мал. 52.10).

Спостерігати за місячним затемненням можна на всій півкулі Землі, що повернута у цей час до Місяця, на відміну від сонячних, які видно лише на обмеженій території.

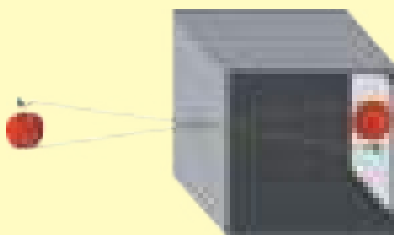


### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке світловий промінь?
2. Як утворюється тінь?
3. Як утворюються сонячні та місячні затемнення?
4. Сонце в сотні разів більше за Місяць. Тоді чому під час сонячного затемнення диск Місяця закриває диск Сонця?
5. Поясніть різницю між повним та частковим місячним затемненням.
- 6\*. Під час проведення хірургічних операцій вмикають спеціальні великі світильники на стелі операційної кімнати. Чому звичайного освітлення в цих випадках замало?

### Дізнайтеся більше

Одним із перших оптичних приладів є камера-обскура. Камера складається з непрозорої коробки (або приміщення). У стінці камери є невеликий отвір, через який усередину потрапляє світло від освітлених предметів, розташованих перед отвором.



Через прямолінійне поширення світла на стінці камери напроти отвору створюється перевернуте зображення цих предметів.



### Ключова ідея

Світло поширюється світловими пучками вздовж світлових променів. В однорідному середовищі світло поширюється прямолінійно.

Прямолінійне поширення світла пояснює утворення тіні, сонячних і місячних затемнень.

Коли Місяць займає положення між Сонцем і Землею, і затуляє сонячне світло, відбувається сонячне затемнення. Якщо ж Місяць під час свого обертання навколо Землі потрапляє в ділянку її тіні, відбувається місячне затемнення.



## § 53. Відбиття світла. Дзеркала

### Чому ми бачимо тіла, які нас оточують?

Більшість тіл, що нас оточують, не випромінюють світла. Завдяки чому ж ми їх бачимо? Ми їх бачимо тому, що вони **відбивають** світло, яке падає на них.

Різні тіла відбивають світло по-різному — саме це й надає розмаїтості всьому, що ми бачимо навколо себе (мал. 53.1).

Якщо поверхня тіла відбиває все світло, що потрапляє на нього, то таке тіло ми бачимо *білим*. А якщо тіло поглинає всі світлові промені — таке тіло ми сприймаємо *чорним*. Слід зазначити, що ідеально чорних тіл не існує: хоч трохи, але всі чорні тіла відбивають світло (мал. 53.2).

### Місячне світло

Таємниче місячне світло з давніх-давен надихало людей на створення міфів і легенд. Його вважали живильним та навіть таким, що може очистити від магії. Сьогодні науковці знають природу походження таємничого місячного світла. Усе просто. Уночі ми не бачимо Сонця, і в темряві нам здається, що Місяць випромінює сріблясте світло. Насправді вночі Сонце перебуває з іншого боку Землі й освітлює Місяць своїми променями. А поверхня Місяця ці промені відбиває (мал. 53.3, с. 152).

Період, коли Земля перебуває максимально близько до свого супутника, іноді називають «супермісяць», адже Місяць у цей час виглядає на 14 % більшим, ніж зазвичай, і світить на 30 % яскравіше.



**Мал. 53.2.** Сніг або хмари білі тому, що відбивають усе світло. А пляма чорної фарби на аркуші або поверхня посуду, у якому готують їжу на вогні, навпаки, чорні

### Поміркуйте

- Чим Місяць відрізняється від Сонця?
- Що трапляється зі світловими променями, коли вони натрапляють на перешкоду?



### Пригадайте

- Які природні джерела світла ви знаєте?
- Як світло поширюється в однорідних середовищах?



**Мал. 53.1.** Відбиття світла визначає розмаїтість всього, що ми бачимо навколо себе



**Мал. 53.3.** Місяць, на відміну від зір, не випромінює світла. Він відбиває світло інших небесних світил



**Мал. 53.4.** Якщо подивитися на дзеркальну поверхню води, можна побачити зображення



**Мал. 53.5.** Білий сніг відбиває світло краще, ніж поверхня води, але зображення тіл на поверхні снігу побачити неможливо



**Мал. 53.6.** Відбиття світлових променів від дзеркальної (а) та шорсткої (б) поверхні



**Мал. 53.7.** Великі дзеркала створюють ілюзію того, що за ними розташовані кімнати

### Дзеркальне та розсіяне відбиття світла

Вам неодноразово доводилося бачити, як після дощу в калюжах відображаються хмари, а на поверхні води в річці — прибережні дерева. Справді, на гладенькій поверхні можна побачити зображення тіл навколо. Такі поверхні називають дзеркальними (мал. 53.4).

Але скільки не вдивляйся в поверхню снігу, який щойно випав, не побачиш жодного зображення: ні себе, ні будь-якого іншого тіла (мал. 53.5).

У чому причина такої різниці двох поверхонь?

Після відбиття від дзеркальної поверхні води або дзеркала світлові промені у світлових пучках не переплутуються. Таке відбиття отримало назву *дзеркальне* (мал. 53.6а). Інша річ, коли світлові промені потрапляють на шорстку поверхню, наприклад, на шар снігу або на аркуш білого паперу. Після відбиття від такої поверхні промені переплутуються й ми спостерігаємо *розсіяне відбиття світла* (мал. 53.6б).

### Дзеркала

Гладкі поверхні, що добре відбивають світло, називають *дзеркалами*.

Нам здається, що поза дзеркалом розміщені такі ж тіла, що й перед ним. Вони на тій самій відстані й того самого розміру (мал. 53.7).

Людині здається, що промені йдуть із-за дзеркала. Так утворюються зображення в дзеркалах. Ці зображення *уявні*, їх не існує насправді.





## Дізнайтеся більше

У давнину замість дзеркал були відшліфовані пластинки зі срібла, міді або бронзи. А дзеркала, схожі на сучасні, з'явилися в Європі в середині XIII століття, коли Джон Пекам поєднав скло з оловом — так з'явилося дзеркало. Перші дзеркала були не зовсім рівні, тому спотворювали зображення. Центром виготовлення дзеркал в Середньовіччі стала Венеція. Майстри не лише робили дзеркала, а й експериментували. Наприклад, додавали до олова золото та бронзу. Такі дзеркала були чистішими та рівнішими, із гарним зображенням.



Венеціанські дзеркала коштували, як морський корабель, тому придбати їх могли лише королівські особи та заможні аристократи

Станьте перед дзеркалом. Ви бачите своє зображення. Його називають "дзеркальним". Спробуйте з'ясувати, чим зображення в дзеркалі відрізняється від вас?



### Запитання для повторення й засвоєння

1. За рахунок чого ми бачимо тіла, які самі не випромінюють світла?
2. Які тіла можна назвати білими, а які — чорними?
3. Поясніть, чим дзеркальне відбиття світла відрізняється від дифузного.
4. Що таке дзеркало?
5. Які властивості мають зображення, що створюють дзеркала?
6. У чому різниця між світлом Місяця і світлом Сонця?
- 7\*. Під час перегляду фільму в кінотеатрі зображення на екрані створюється спеціальним проєктором, що розташований позаду глядачів. Якою має бути поверхня екрану для гарного перегляду фільму з усіх глядацьких місць у залі: дзеркальною чи шорсткою?



### Ключова ідея

Тіла, які не є джерелами світла, ми бачимо тому, що вони відбивають світло. Білі тіла добре відбивають світло, чорні — добре поглинають.

Місячне світло, яке ми спостерігаємо, є відбитими від поверхні Місяця сонячними променями.

Під час дзеркального відбиття від гладенької поверхні світлові промені у світлових пучках не переплутуються. Після відбиття від шорсткої поверхні світлові промені переплутуються, й ми спостерігаємо дифузне відбиття світла.

Пласкі гладкі поверхні називають дзеркалами. Дзеркало створює ілюзію того, що за ним розташовані тіла, які перебувають перед дзеркалом. Це уявне зображення тіла в дзеркалі. У «дзеркальних» зображеннях «праворуч» та «ліворуч» міняються місцями.

## § 54. Заломлення світлових променів



### Поміркуйте

Чому олівець у стакані з водою так дивно виглядає?



### Пригадайте

- Якою є швидкість світла в космосі?
- Як поширюється світло в однорідному середовищі?
- Що відбувається зі світловими променями, коли вони потрапляють на різні поверхні?



### Дослід

Налийте в прозору склянку води та спрямуйте на поверхню води світловий промінь від ліхтарика або лазерної указки під певним кутом. Подивіться на світловий промінь збоку.

Що ви спостерігаєте на межі повітря й води? Як називається це явище?

### Заломлення світлових променів

В однорідному середовищі світлові промені поширюються прямолінійно, доки не потрапляють на поверхню якогось непрозорого тіла. Ми вже знаємо, що при цьому світло відбивається дзеркально або розсіяно (див. мал. 53.6, с. 152).

Але якщо середовище, на межу якого потрапляє світло, прозоре, як вода або скло, світлові промені разом із відбиттям зазнають *заломлення* (мал. 54.1).

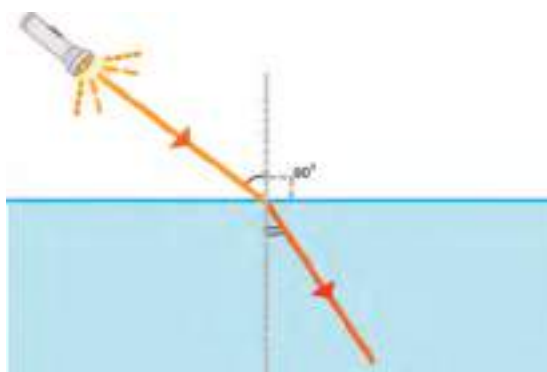
*Заломленням світла називають зміну напрямку поширення світла на межі поділу двох прозорих середовищ.*

### Чому відбувається заломлення світла?

Спробуємо відповісти на це запитання, розглянувши заломлення світла на межі повітря та води. Світло заломлюється, тому що змінюється його швидкість: у воді вона менша, ніж у повітрі.

Заломлення світла схоже на зміну напрямку руху автомобіля, коли він правими чи лівими колесами з хорошої дороги раптово потрапляє до пухкого ґрунту на узбіччі. Колеса в ґрунті в'яжуть, їхня швидкість зменшується, автомобіль розгортається в бік узбіччя (мал. 54.2). Це дуже небезпечно!

Так і світловий пучок змінює свій напрямок, коли спочатку одним своїм краєм потрапляє на межу між двома прозорими середовищами, а потім іншим краєм.



**Мал. 54.1.** Світлові промені від ліхтарика на поверхні прозорого середовища зазнають не тільки відбиття, але й заломлення



## Спостереження заломлення світла

Якщо налити в прозорі склянки або банки воду й подивитися на предмети, розташовані за посудом, то можна побачити, як зміняться форми цих предметів (мал. 54.3).

Це відбувається тому, що світловий промінь змінює напрямок через заломлення спочатку на межі між повітрям і склом, потім на межі між склом і водою.

Так само «спотворюється» вигляд олівця у склянці з водою: наші очі бачать двічі заломлене світло, яке проходить крізь три середовища вода-скло-повітря.

Ви можете пригадати ще багато прикладів, коли можна спостерігати заломлення світла.



**Мал. 54.2.** Якщо правими чи лівими колесами машина потрапить на м'який ґрунт на узбіччі, машину розвертає в бік узбіччя



**Мал. 54.3.** Якщо подивитися крізь скляний посуд із водою на візерунки, вони виглядають зовсім інакше

## Дізнайтеся більше

Саме через заломлення світла відбувається уявне «підняття» дна водойм. Можливо, ви помічали, що коли стояти у воді й дивитися на дно, то воно здається дещо ближчим, ніж насправді. Цей ефект мають враховувати рибалки, які полюють за рибою за допомогою копій-острог, адже насправді риба перебуває на більшій глибині, ніж здається.



Через заломлення спостерігач бачить не саму рибу, а її уявне зображення, що перебуває на меншій глибині

## Ключова ідея

На межі двох прозорих середовищ світловий промінь зазнає одночасно відбиття та заломлення.

Заломленням світла називають зміну напрямку поширення світла на межі поділу двох прозорих середовищ.

Світло заломлюється тому, що під час проходження з одного прозорого середовища в інше, змінюється швидкість світла.

Заломлення світла приводить до того, що спостереження за предметами крізь прозорі тіла значно змінюють видимі форми цих предметів.



## Запитання для повторення й засвоєння

1. Яке явище (крім відбиття) може відбуватися, коли світло потрапляє на поверхню тіла?
2. Що таке заломлення світла?
3. Чому відбувається заломлення світла на межі двох прозорих середовищ?
4. Наведіть приклади спостереження заломлення світла з власного досвіду.
- 5\*. Чи можуть існувати два прозорі середовища, на межі яких світловий промінь не заломлюватиметься? Обґрунтуйте свою відповідь.

## § 55. Оптичні прилади. Око — живий оптичний прилад



### **Поміркуйте**

Напевно ви чули назву «оптичні прилади». Для чого вони потрібні?

### **Пригадайте**

- Що відбувається зі світлом на межі двох прозорих середовищ?



**Мал. 55.1.** Форма лінзи схожа на зернятко сочевиці

### **Лінза**

Відбиття та заломлення світла використовують в оптичних приладах. Один із них — *лінза*. Лінзи виготовляють із прозорих матеріалів. Вони мають із обох боків поверхні, що нагадують частини поверхні кулі. Лінза латинською означає «сочевиця» (мал. 55.1).

### **Збіральні та розсіювальні лінзи**

Завдяки прозорому матеріалу лінзи змінюють напрямок поширення світлових променів — заломлюють світло. Залежно від форми поверхонь лінзи відбувається збирання або розсіювання світлових пучків. Тому розрізняють *збиральні* та *розсіювальні* лінзи (мал. 55.2).

За допомогою лінз можна отримувати збільшене або зменшене зображення (мал. 55.3).

Лінзи є складниками багатьох оптичних приладів.

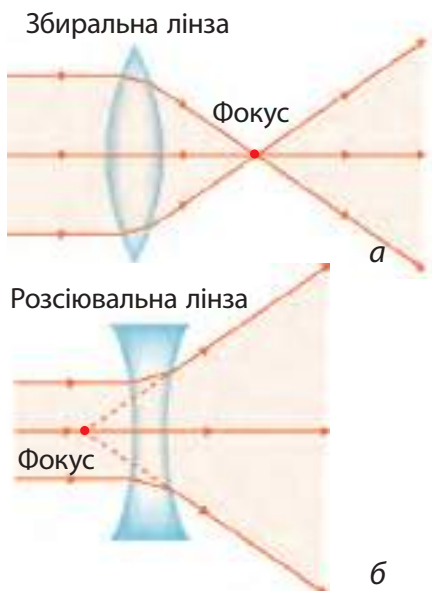
### **Оптичні прилади**

Збиральну лінзу можна використовувати як збільшуваче скло. Лінзу в оправі з ручкою називають *лупою* (мал. 55.4).

Якщо треба розгледіти дуже маленькі тіла, лупа вже не допоможе. Тому використовують інший оптичний прилад — *мікроскоп* (від давньогрецьких слів «маленький» та «дивлюся») (мал. 55.5).

А от якщо треба детально розглядати далекі тіла, то використовують *телескоп* (від давньогрецьких слів «далеко» та «дивлюся») (мал. 55.6).

Окрім лупи, мікроскопа й телескопа існує багато оптичних приладів — фотоапарати, проектори, біноклі тощо. У складі всіх цих приладів є лінзи.



**Мал. 55.2.** Збиральна лінза збирає світловий пучок у точку (а), а розсіювальна — розсіює (б)



**Мал. 55.3.** За допомогою лінз можна отримати як збільшене зображення, так і зменшене



## Дізнайтеся більше

Зорові труби — перші телескопи — було винайдено в Голландії наприкінці XVI — на початку XVII століть. Першим, хто направив зорову трубу в небо, перетворивши її на телескоп, був Галілео Галілей. 1609 року він створив свій перший трикратний телескоп.

За допомогою телескопа Галілео Галілей відкрив темні плями на Сонці, гори на Місяці та супутники Юпітера.



**Застереження!** Дивитися на Сонце або на інші яскраві об'єкти не можна, це вкрай небезпечно, адже може призвести до травмування очей.

## Око — живий оптичний прилад

Але не лише людина створює оптичні прилади. Природним оптичним приладом є *око*. Розгляньте уважно малюнки в таблиці 1 й ознайомтеся з основними складниками будови ока.

Око людини — дуже складний орган, який дозволяє бачити світ в усьому його різноманітті. Докладно з будовою ока ви ознайомитеся на уроках біології.

Іноді в роботі ока виникають порушення. Людина чітко бачить лише близько розташовані предмети (короткозорість) або, навпаки, лише на великій відстані (далекозорість). На допомогу приходять лінзи! Лікар добирає форму лінз, які використовують як у вигляді традиційних окулярів (мал. 55.7а), так і у вигляді сучасних контактних лінз (мал. 55.7б).



**Мал. 55.6.** Шкільний телескоп допомагає досліджувати Сонячну систему, а телескопи астрономічних обсерваторій здатні зазирнути до віддалених куточків Усесвіту



**Мал. 55.4.** За допомогою лупи зручно розглядати об'єкти невеликого розміру


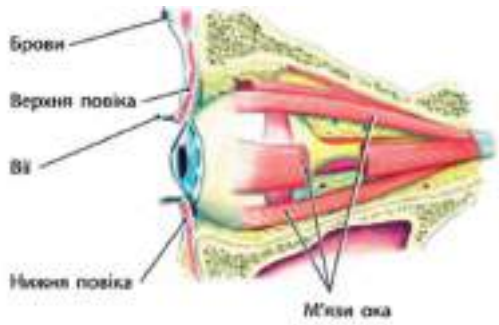


**Мал. 55.5.** Мікроскопи використовують як для наукових досліджень, так і для навчання



**Мал. 55.7.** Застосування лінз для корекції зору людини: а — окуляри; б — контактні лінзи

Таблиця 1. Будова ока людини

Частини ока	Будова	Функції
Очне яблуко		Відповідає за проведення світла, фокусування й сприйняття зображення
Допоміжний апарат ока		<p>Повіки, брови та вії перешкоджають потраплянню в очі пилу, поту, захищають від надмірно яскравого світла</p> <p>М'язи ока — рухають очне яблуко</p>



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які бувають лінзи? Що спільного в лінзи і сочевиці?
2. Для чого використовують лінзи?
3. Яку лінзу використовують як лупу?
4. У чому різниця між мікроскопом і телескопом? Назвіть ще кілька оптичних приладів.
5. Де використовують оптичні прилади?
- 6\*. Людина в середньому кліпає очима кожні 4 секунди, тобто 15 разів на хвилину. Час кліпання становить півсекунди. Обчисліть, скільки хвилин кліпає людина впродовж 12 годин?



### Як зробити телескоп в домашніх умовах?

(Робота потребує допомоги дорослих.)

Вам знадобляться дві лінзи для окулярів, лупа, клей, аркуші цупкого паперу.

Пофарбуйте папір у чорний колір та згорніть його у трубу діаметром, що дорівнює розміру наявних лінз. Якщо на лінзі позначка +0,5 дптр, то труба має бути в довжину близько 2 метрів, а в разі позначки +1 дптр довжина має бути близько 1 метра. На краю першої труби закріпіть лінзу, а на краю другої — лупу. Надіньте коротшу трубу на довшу. Телескоп готовий!

На небесні тіла треба направляти лінзу — це об'єктив, а спостерігати ці об'єкти треба через лупу — окуляр.

**Застереження!** У жодному разі не дивіться в телескоп на Сонце! Це вкрай небезпечно для очей!



### Ключова ідея

Лінза — прозоре тіло, яке з двох боків являє собою частини поверхні кулі. Лінзи бувають збиральними та розсіювальними.

Лупа — це збиральна лінза в оправі, за допомогою якої можна розглядати малі предмети.



## § 56. Взаємодія світла з речовиною. Кольори



### Склад білого світла

1672 року Ісаак Ньютон за допомогою скляної трикутної призми з'ясував, що *біле сонячне світло насправді складається з променів різного кольору* (мал. 56.1).

Спрямувавши розкладене призмою біле світло на екран, Ньютон отримав різнокольорову світлову смужку, у якій є всі кольори від червоного до фіолетового. Ця смужка отримала назву *спектр білого світла*.

Для того, щоб запам'ятати порядок кольорів у спектрі, використовують жартівливе мнемонічне правило, наприклад: «Чапля Осінь Жде Завзято, Буде Сани Фарбувати».

### Чому предмети навкруги різнокольорові?

Ми бачимо предмети навколо себе тому, що вони або випромінюють світло, або відбивають його. Про колір теплових джерел світла ми вже казали — зі збільшенням температури розжареного тіла його колір змінюється від темно-червоного до блакитного. До речі, за кольором (й відповідно за температурою поверхні) в астрономії розрізняють спектральні класи зір (мал. 56.2).

Колір предметів, що не випромінюють світло, визначається тим, як ці предмети відбивають світло. Так білий аркуш паперу відбиває всі кольори білого світла однаково. Тому під час освітлення його світлом будь-якого кольору, аркуш буде здаватися «пофарбованим» саме в білий колір. А якщо освітлювати білим



### Поміркуйте

Ми бачимо навколишні тіла різнокольоровими. А чому вони різнокольорові?



### Пригадайте

- Яким здається білий аркуш паперу, що освітлений зеленим світлом?
- Коли на небі можна спостерігати веселку?



**Мал. 56.1.** Біле світло під час проходження крізь скляну трикутну призму розкладається на промені різного кольору



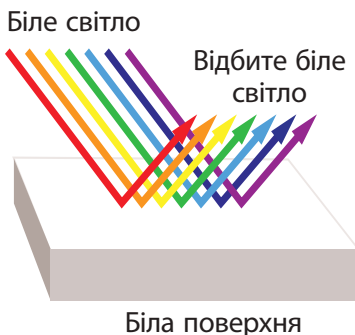
**Мал. 56.2.** Залежно від температури зорі мають різний колір. Сонце — біло-жовта зоря з температурою поверхні близько 6000 °C

Спробуйте написати власний віршик для швидкого запам'ятовування кольорів.

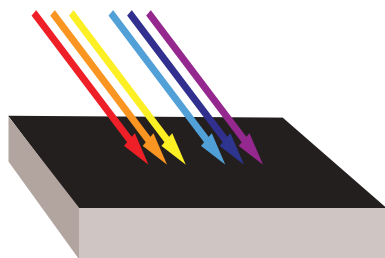
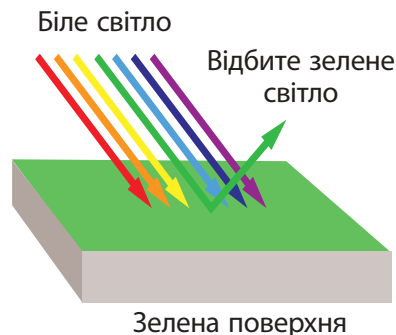




**Мал. 56.3.** Визначити колір поверхні предмета можна, якщо освітлювати його білим світлом



**Мал. 56.4.** Біла поверхня відбиває всі промені, зелена поверхня — лише зелені



**Мал. 56.5.** Зелена поверхня за освітлення будь-яким світлом, крім зеленого, буде здаватися чорною

світлом різнокольорові аркуші паперу, то ми будемо бачити кольори цих аркушів (мал. 56.3).

Колір поверхні буде визначатися тим, промені якого кольору в білому світлі ця поверхня відбиває, а якого кольору поглинає. Якщо поверхня поглинає, наприклад, всі промені, крім зелених, то вона за освітлення білим світлом буде зеленою (мал. 56.4).

А якщо зелену поверхню освітити будь-якими променями, крім зелених, то вона буде здаватися чорною (мал. 56.5).

Звідки з'явився вираз: «Бачити світ крізь рожеві окуляри»? Ми знаємо, що, крім відбиття, світло може проходити крізь прозорі тіла. Деякі з прозорих тіл можуть поглинати промені окремих кольорів. Одні тіла поглинають усі промені, крім червоних, інші — усі, окрім синіх. Біле світло під час проходження цими тілами стає кольоровим. Через рожеві окуляри проходять промені, що дають рожевий колір (мал. 56.6).

### Веселка

Після дощу, коли з-за хмари з'являється Сонце, ми бачимо на небі різнокольорову веселку. Це відбувається, коли сонячні промені проходять крізь краплинки води, що залишилися в повітрі, й розкладаються на кольори спектра від червоного до фіолетового.

Яскравість веселки залежить від розмірів краплинок: чим вони більші, тим насиченішим буде колір. Після закінчення дощу розмір краплинок та їхня кількість зменшується, тому веселка поступово втрачає яскравість (мал. 56.7).

Спостерігати веселку можна не лише на небі після дощу. Вона утворюється біля будь-якої водяної зависи, на яку потрапляють сонячні промені: коло водоспадів, фонтанів, поливальних машин тощо (мал. 56.8).



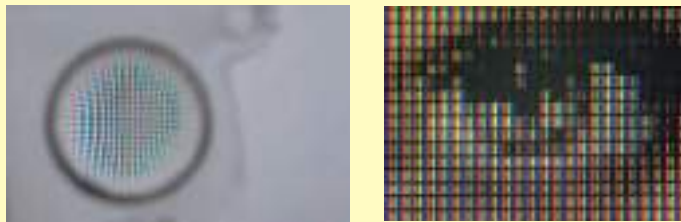
**Мал. 56.6.** Кольорове скло використовують для отримання світлових променів бажаного кольору





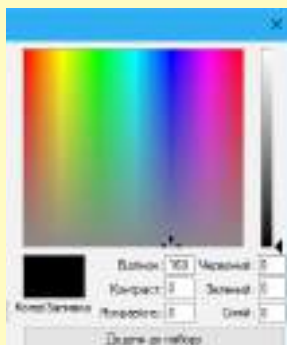
## Дізнайтеся більше

Людське око сприймає все різнобарв'я навколишнього світу завдяки тому, що ми бачимо три кольори: червоний, зелений і синій. Якщо подивитися крізь лупу на екран телевізора або смартфона, то можна побачити, що кольорове зображення на екрані складається з великої кількості точок цих трьох кольорів.



За допомогою лупи можна побачити світні точки трьох кольорів на екрані монітора

Така кольорова схема отримала назву RGB (аббревіатура англійських слів red, green та blue). За цією схемою працюють графічні комп'ютерні редактори, зокрема Paint (що є у стандартному складі Windows).



За допомогою інструменту «Палітра» у графічних редакторах, змінюючи значення трьох основних кольорів від 0 до 255, можна отримати 16 777 216 відтінків кольорів



### Ключова ідея

Біле сонячне світло складається з променів різного кольору: червоного, помаранчевого, жовтого, зеленого, блакитного, синього, фіолетового. Спектр — це розкладене на складові частини світло.

Колір теплових джерел світла визначається їхньою температурою. Колір тіл, що відбивають світло, визначається тим, промені якого світла відбивають ці тіла. Колір прозорих тіл визначається тим, промені якого світла проходять крізь них, не поглинаючись.

Веселка утворюється через те, що сонячне світло заломлюється в краплинах води й розкладається на спектр.



**Мал. 56.7.** Оскільки світлові промені можуть неодноразово відбиватися всередині крапельок води, іноді на небі з'являються одночасно дві веселки



**Мал. 56.8.** Веселку можна побачити в сонячний день на тлі будь-якої завіси води (природної або штучної)



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Який склад має біле світло?
2. Що таке спектр?
3. Як змінюється колір розжарених тіл зі збільшенням їхньої температури?
4. Чому тіла, які відбивають світло, ми бачимо різного кольору?
5. Як утворюється веселка?
6. Чи можна створити штучну веселку? Як саме?
- 7\*. Чому за сонячного освітлення ми бачимо листя дерев зеленими, а аркуш паперу — білим?

## § 57. Звук — джерело інформації і засіб спілкування. Вуха — орган сприйняття звуку



### Поміркуйте

Чому, коли ми повертаємо голову, звуки, які ми чуємо правим і лівим вухом, відрізняються?

### Пригадайте

- Як рухаються тіла, що коливаються?
- Чи бачили ви коли-небудь фільми без звуку?



**Мал. 57.1.** В усіх музичних інструментах є частини, що коливаються та видають звуки



**Мал. 57.2.** Якщо вдарити молоточком по ніжці камертона, то ви почуєте звук, що відповідає ноті «ля» першої октави.

### Звідки беруться звуки?

Прислухайтесь: звідусіль ми чуємо різноманітні звуки. Це голоси, спів пташок, звуки телевізора та музичних інструментів, грім, шум транспорту, вітру, дощу. Як утворюється звук?



### Виконайте дослід

Покладіть на стіл лінійку так, щоб вона виступала за край 5–10 сантиметрів, притисніть її до столу та пальцем зачепіть вільний край лінійки.



Що ви почуєте? Що відбувається з краєм лінійки? Звідки з'явився звук?

**Дослід свідчить: джерелами звуків є тіла, що коливаються.**

У складі будь-яких музичних інструментів є тіла, що коливаються: струни — у струнних, натягнута шкіра — в ударних, повітря — у духових (мал. 57.1).

У шкільних кабінетах фізики є прилад, за допомогою якого досліджують утворення й поширення звуку. Також він використовується музикантами для налаштування музичних інструментів. Це — *камертон*. Він схожий на металеву виделку з двома довгими зубцями (ніжками), які встановлені на ящик із відкритим боком (мал. 57.2).

### Що є джерелом голосу в людини?

Живі організми також можуть утворювати звуки. Для цього в їхніх організмах є особливі органи.

У людини в процесі утворення звуків задіяні ротова й носова порожнини, язик, губи, зуби, щелепи, глотка. Але головну роль у формуванні звуку відіграють голосові зв'язки гортані (мал. 57.3). Під час проходження повітря натягнуті голосові зв'язки коливаються (як струни) й утворюється звук. А ротові органи, насамперед язик, перетворюють утворені звуки на членороздільну мову.



## Як ми чуємо звуки?

Ми маємо можливість чути різноманітні звуки завдяки слуху. Разом із зором, слух відіграє важливу роль у житті людини. Звуки можуть попереджати нас про небезпеку або заспокоювати, дратувати або покращувати настрій. Звук є засобом спілкування, а також джерелом інформації про події в навколишньому світі.

Ми сприймаємо звуки, зокрема мову, за допомогою спеціального органа — вуха.

Людське вухо має складну будову. Розгляньте Таблицю 1 і дізнайтеся, як влаштоване наше вухо. Докладно з будовою вуха ви ознайомитеся на уроках біології.

Цікаво, що наші вуха зовні мають різний вигляд, як і відбитки пальців на руці.

Таблиця 1. Будова вуха людини

Части- ни вуха	Будова	Функції
Зовніш- не вухо		Уловлює звуки й проводить їх до внутрішнього вуха
Середнє вухо		Сприйняття звукових коливань із зовнішнього вуха
Внутрішнє вухо		Проведення звукових коливань до головного мозку

Проведіть дослідження гостроти слуху. Для цього відійдіть від людини на 2–3 м та пошепки скажіть фразу із 7–9 слів. Якщо слух хороший, людина зможе повторити почуте.

Чому для такої самої перевірки слуху, але на відстані 20 метрів, фразу потрібно говорити вже гучніше?



### Ключова ідея

Тіла, що коливаються, є джерелами звуків. У процесі коливання вони випромінюють в усі боки звукові хвилі.

Камертон — це прилад, за допомогою якого досліджують звукові хвилі, налаштовують музичні інструменти.

У людини в утворенні звуків головну роль відіграють голосові зв'язки гортані. Під час проходження повітря натягнуті зв'язки коливаються (як струни) й утворюється звук.



Мал. 57.3. Ми можемо утворювати різні звуки завдяки коливанню голосових зв'язок у гортані



### Робота в групах

Розгляньте таблицю та підготуйте виступ про будову вуха. Кожен учасник групи має розповісти про обрану частину вуха "від першої особи".



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що є джерелом звуку?
2. Чому музичні інструменти можуть видавати звуки?
3. Із чого складається голосовий апарат людини?
4. Що саме є джерелом звуку людського голосу?
5. Чому ми кажемо, що звук є засобом спілкування, а також джерелом інформації?
6. Опишіть будову людського вуха.

## § 58. Гучність звуку. Луна. Поширення звуку в різних середовищах



### Поміркуйте

Чому так дивно поводить себе вода в склянці, коли її поверхні торкаються камертоном, що звучить?



### Пригадайте

- Із якою швидкістю поширюється світло?
- Які тіла можуть бути джерелами звуку?
- Чи чули ви коли-небудь луну?



**Мал. 58.1.** Від місць, де води торкаються гілки дерев, в усі боки поширюються хвилі

### Від чого залежить гучність звуку?

Ми вже знаємо, що джерелами звуку можуть бути тіла, що здійснюють коливання. Прикладом такого тіла є камертон, що звучить. Ми не бачимо коливань ніжок камертона, але якщо торкнутися ними поверхні металевого тіла, то буде чутно звук ударів ніжок об метал. А на поверхні води з'являться хвилі, якщо торкнутися її ніжками камертона, що звучить.

Якщо ми вдаримо по камертону легенько, то звук буде тихий. Ударимо сильніше — почуємо більш гучний звук. Це пояснюється тим, що від сили удару залежить розмах коливань ніжок камертона. Розмах коливань тіл називають *амплітудою коливань*. У нашому випадку, *чим більша амплітуда коливань джерела звуку, тим більшою буде гучність звуку*.

### Поширення звуку в різних середовищах

Ви неодноразово бачили хвилі на поверхні води. Вони утворюються, наприклад, якщо кинути камінець у воду або торкатися поверхні води палкою. У тому місці, де у воду падає камінь або торкається палка, виникають коливання поверхні води, які поширюються. Так виникає хвиля (мал. 58.1).

*Хвиля* — це коливання, що поширюється у просторі.

Звук також є хвилею! Звукові хвилі можуть поширюватися лише у *пружному середовищі*.

Повітря, а також вода, скло, деревина — це приклади пружних середовищ. А от волога глина, пластик, пісок — це приклади непружних середовищ.

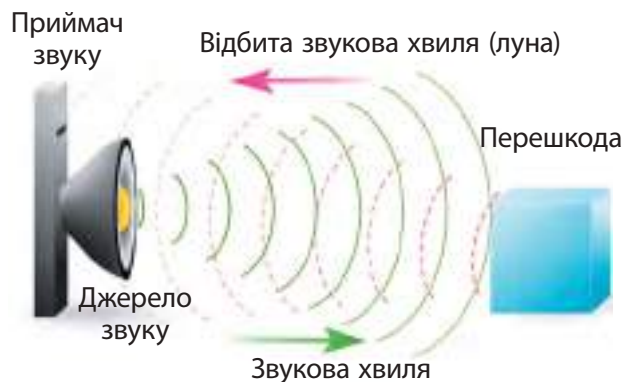
У безповітряному просторі (вакуумі) звукові хвилі поширюватися не можуть. Саму тому в космосі панує абсолютна тиша.

Звукова хвиля поширюється з певною швидкістю. У різних пружних середовищах вона різна. Наприклад, у повітрі швидкість звуку становить 340 метрів за секунду, а у воді — 1500 метрів за секунду.

Також швидкість поширення звуку збільшується з підвищенням температури.



**Мал. 58.2.** Звук відбивається від пласкої твердої поверхні так само, як світло від дзеркала



**Мал. 58.3.** Виникнення луни

### Дізнайтеся більше

Іноді в атмосфері або океані можуть створюватися особливі звукові канали, якими звук поширюється на великі відстані.

Під час Першої світової війни, коли атмосферні умови сприяли заломленню звуку, канонаду на французькому фронті чули в Англії на відстані понад 500 кілометрів. А під водою в океанах звуковим каналом звуку можуть поширюватися на десятки тисяч кілометрів. Звук від підводного вибуху біля берегів Африки було зафіксовано біля берегів Нової Зеландії на відстані близько 15 000 кілометрів.



Можливість передавати звуки під водою на такі великі відстані використовують для спілкування кити, а інші підводні мешканці чують наближення далекого шторму.

### Відбивання звуку. Луна

Звук, як і світло, відбивається від перешкод (мал. 58.2).

Коли відбитий від перешкоди звук повертається назад, утворюється луна (мал. 58.3).

**Луна** — це відбитий від перешкоди звук, що повернувся до джерела звуку.



### Дослід

У порожньому приміщенні, наприклад, під'їзді будинку, поплескайте в долоні або вигукніть короткі звуки. Чи почуєте ви луноу? Оцініть час між вихідним звуком та сприйнятою луною.

Повторіть дослід у кімнаті з меблями.

Порівняйте результати й зробіть висновки.



**Мал. 58.4.** Туристи і туристки в горах поблизу вертикальних скель люблять бавитися луною



**Мал. 58.5.** Підлога, стіни, стеля кінозалів та приміщень студій звукозапису вкриті звукопоглинаючими матеріалами

Луноу чітко чути, коли між випромінюванням звукового сигналу та поверненням його від перешкоди проміжок часу більший за тривалість вихідного сигналу. Тобто, чим далі перешкода від джерела звуку, тим чіткіша луна.

Доволі часто луноу можна чути в горах або у великих пустих приміщеннях (мал. 58.4).

Іноді відбиття звуку не дуже бажане явище — відбита хвиля змішується з тою, що йде від джерела, і звук стає нерозбірливим. Це відбувається, коли перешкода перебуває близько до джерела звуку, наприклад, гладкі стіни невеликого приміщення. Тому в кінозалах, театрах, студіях звукозапису стіни вкривають м'якими тканинами, синтетичною ватою тощо (мал. 58.5). Такі матеріали добре поглинають звуки, тому їх називають *звукопоглинаючими*. Удома виникненню гучної луни перешкоджають меблі, книги, килими на підлозі та стінах, фіранки на вікнах.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке амплітуда коливань?
2. Від чого залежить гучність звуку?
3. Що таке хвиля?
4. За яких умов у просторі можуть поширюватися звукові хвилі?
5. Як залежить швидкість звуку від температури пружного середовища?
6. Від яких перешкод звук добре відбивається?
7. Що таке луна?
8. Як позбутися небажаного відбиття звуку?
- 9\*. У фантастичних фільмах про Зоряні війни під час космічних битв зорельотів чуто страшенний гуркіт. У чому полягає помилка авторів фільмів із наукової точки зору?



### Ключова ідея

Розмах коливань називають амплітудою коливань. Чим більша амплітуда коливань джерела звуку, тим гучнішим буде звук.

Хвиля — це коливання, що поширюється у просторі. Звук також є хвилею. Звукові хвилі можуть поширюватися лише у пружному середовищі. У безповітряному просторі звукові хвилі поширюватися не можуть.

Звукова хвиля поширюється з різною швидкістю в різних пружних середовищах. Швидкість поширення звуку збільшується за збільшення температури.

Звук, як і світло, відбивається від перешкод. Коли відбитий звук повертається назад, утворюється луна. Луна — відбитий від перешкоди звук, що повернувся до джерела звуку. Для усунення відбиття звуку стіни приміщень вкривають звукопоглинаючими матеріалами.



## § 59. Шум і його вплив на організм

### Шум

На уроках музики ви дізналися про ноти. За їхньою допомогою людина навчилася позначати чисті звукові тони. Так, наприклад, камертон зазвичай видає чистий тон, що відповідає ноті «ля» першої октави. Звуки музичних інструментів для людини приємні саме тому, що вони складаються з чистих тонів у певному порядку — ритмі.

А от якщо звук складається з великої кількості безладно переплутаних різних звуків, і в їхній послідовності немає порядку, то такий звук є шумом.

**Шум** — це хаотичне нагромадження різноманітних звуків.

### Коли виникає шум?

Шум виникає, коли тіла, що коливаються, створюють випадкові та нестійкі звукові коливання, гучність та інші характеристики яких безладно змінюються.

Джерела шуму можуть бути як природними, так і штучними.

Усі ми чули вирази «шум моря», «шум вітру» та інші. Це приклади природного шуму.

А шум будівельного майданчика, заводського цеху, залізничного вокзалу — приклади штучного шуму.

### Вплив шуму на організм людини

Ми сприймаємо шум здебільшого негативно (мал. 59.1). Шум може пригнічувати настрій, дратувати, знижувати працездатність, а надто гучні звуки можуть спричиняти захворювання органів слуху, нервової та серцево-судинної систем.

До шуму майже неможливо звикнути. Аби пристосуватися до сильного шуму, організм людини витрачає велику кількість енергії. У результаті перенапружується нервова система, виникає втома, можливі нервовий і психічний розлади. Найгірше на людину діють раптові різкі дзвінки звуки.

### Шумове забруднення

Оскільки шум негативно впливає на організм людини, треба вживати заходів зі зниження його рівня. Насамперед це стосується штучного шуму. Коли



### Поміркуйте

Чому, коли грають на музичних інструментах, ми чуємо приємні звуки, а звуки з будівельного майданчика або ремонту в сусідській квартирі нас дратують?



### Пригадайте

- Що таке звук?
- Який вплив на людину може мати звук?



Мал. 59.1. Шум негативно впливає на людину



Мал. 59.2. Шумомір — спеціальний прилад для вимірювання рівня шуму



**Мал. 59.3.** Звукоізолювані навушники захищають робітників від шуму



### За допомогою дорослих

За можливості встановіть на мобільний телефон додаток для вимірювання шуму. Виміряйте гучність, коли ви мовчите, працюєте, розмовляєте і коли галасуєте.

Порівняйте отримані результати з однокласниками / однокласницями.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке шум?
2. Коли виникає шум?
3. Назвіть види джерел шуму. Наведіть приклади.
4. Що таке шумове забруднення?
5. Як вирішують проблему шумового забруднення на виробництві?
6. Які є обмеження на шумове забруднення в побуті?
- 7\*. У студіях звукозапису часто стіни оббивають ковровіном. Із якою метою це роблять?

такий шум заповнює простір, це називають **шумовим забрудненням**.

Існують законодавчо визначені норми гучності звуків на виробництві. Для вимірювання рівня шуму використовують спеціальні прилади — **шумоміри** (мал. 59.2).

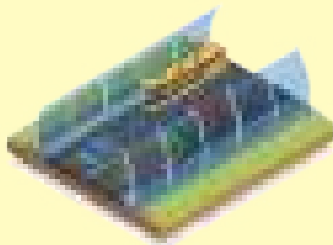
Якщо рівень шуму перевищує норму, то впроваджують заходи для зменшення шуму (мал. 59.3).

У побуті ми також стикаємося із шумом. На більшості побутових приладів, які видають звуки, є маркування про рівень шуму, що вони створюють. Це пральні машини, пилососи, міксери, блендери та інше домашнє приладдя. Окремим джерелом шуму в побуті можуть бути будівельні та ремонтні роботи. Для створення комфортних умов життя у правилах благоустрою визначено, що слухати дуже гучну музику, запускати феєрверки і салюти, проводити ремонтні роботи можна лише в робочі дні і лише з 8 ранку до 21 вечора.

### Дізнайтеся більше

Потужним джерелом шуму є автомагістралі, залізниці, аеропорти. Доволі часто вони розташовані поблизу житлових масивів або населених пунктів. Шум транспорту дуже заважає мешканцям навколишніх будинків.

Для зменшення гучності транспортного шуму використовують шумові екрани.



**Щити** з пластику або металу, що встановлюють уздовж автомагістралей або залізничних колій, поблизу аеропортів відбивають звуки й захищають людей від шуму.



### Ключова ідея

Шум — це хаотичне нагромадження різноманітних звуків. Шум виникає, коли тіла, що коливаються, створюють випадкові й нестійкі звукові коливання. Джерела шуму можуть бути як природними, так і штучними.

Шум негативно впливає на людину.

Для рівня шумового забруднення існують законодавчо визначені норми гучності.





## § 60. Ультразвук. Інфразвук

### Ультразвук

Відповідь на запитання рубрики «Поміркуйте», що на початку параграфа, дуже проста — чим частіше змахує крилами комаха, тим більш високий, пронизливий звук видають її крила.

Людина чує звук, якщо джерело звуку коливається частіше 20-ти разів за секунду і не більше 20 000 разів за секунду. Коливання в цьому діапазоні створюють звуки, які сприймає наше вухо. Деякі тварини можуть чути звуки, які видають тіла, що коливаються частіше 20 000 разів за секунду. Такий нечутний людським вухом звук називають *ультразвуком*. Префікс *ультра-* перекладається з латини як «далі». Тобто ультразвук — це звук поза верхнім краєм чутних звуків (мал. 60.1).

Собаки чують ультразвукові коливання до 60 000 коливань за секунду, кажани до 120 000, а дельфіни — навіть до 200 000 коливань за секунду.

### Застосування ультразвуку

Ультразвук широко застосовують у різних галузях. За допомогою ультразвуку вимірюють глибину моря. Із корабля посилають ультразвуковий сигнал і вимірюють проміжок часу, що минув до повернення сигналу, відбитого від дна (мал. 60.2).

Знаючи швидкість звуку у воді, можна визначити відстань до дна. Прилад для вимірювання глибини називають *ехолотом*, або *сонаром*.



Мал. 60.1. Ультразвукові коливання перебувають поза краєм чутних людиною звуків



### Поміркуйте

Чому джміль під час польоту гуде, а комар дзвенить? Чому ми взагалі не чуємо звуку, коли махаємо руками під час ранкової зарядки?



### Пригадайте

- Що таке звук?
- Які тіла є джерелами звуку?
- Що відбувається зі звуком, коли він потрапляє на поверхню будь-якого тіла?



Мал. 60.2. Сонар дозволяє визначити глибину моря



Обчисліть глибину моря, якщо відбитий від дна ультразвуковий сигнал ехолота повернувся до судна через 2 секунди. У воді ультразвук поширюється зі швидкістю 1500 метрів за секунду.



**Мал. 60.3.** Ультразвук допомагає виявляти дефекти всередині деталей



**Мал. 60.4.** Ультразвукове дослідження безпечно навіть для вагітних



**Мал. 60.5.** Ультразвукові коливання розігрівають тканини тіла, що зазнали запалення

За допомогою ультразвуку «просвічують» металеві вироби для виявлення в них прихованих дефектів — сторонніх домішок, тріщин або пустот (мал. 60.3).

Ультразвук широко використовують у медицині як для обстеження, так і для лікування. Наприклад, ультразвукове дослідження (УЗД) внутрішніх органів безпечніше для організму, ніж рентгенівське (мал. 60.4).

Лікування ультразвуком ґрунтується, зокрема, на тому, що він розігріває запалені тканини організму (мал. 60.5).

### Дізнайтеся більше

За допомогою ультразвуку кажани й дельфіни орієнтуються в просторі, огинають перешкоди та полюють на здобич у повній темряві. У ході еволюції в них з'явилися органи, які працюють як сонари. Тварини випускають у простір перед собою пучок ультразвукових коливань. А потім, як і сонар, визначають відстань до перешкоди або здобичі за часом, на який затримується відбитий сигнал.



Кажани та дельфіни використовують природні сонари

Сонари використовують підводні човни, оминаючи підводні небезпеки або дізнаючись розташування ворожих підводних човнів.

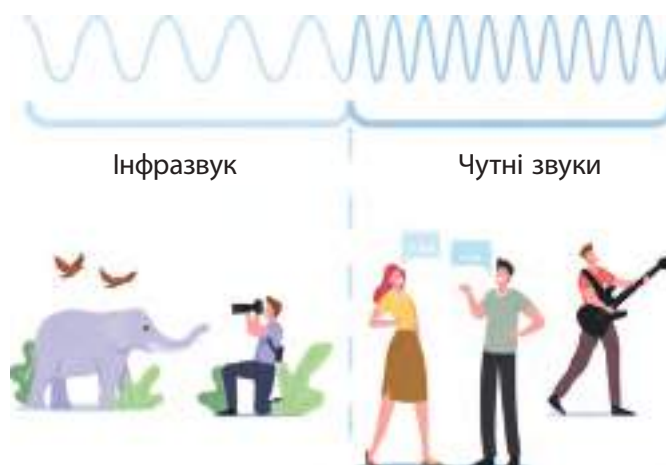
### Інфразвук

Звукові коливання, що відбуваються рідше ніж 20 разів за секунду, також не сприймаються вухом людини. Такий звук називають *інфразвуком*. Префікс *інфра-* також прийшов із латини і в перекладі означає «під, нижче». Тобто інфразвук — це звук поза нижнім краєм чутних звуків (мал. 60.7).

Інфразвук утворюється, наприклад, під час землетрусів і вібрацій важких механізмів (мал. 60.8).

Людина не чує інфразвук вухом, але сприймає його всім організмом як неприємне відчуття.

Інфразвук чують деякі тварини, зокрема слони й кити. Відомо що собаки й кішки «передбачають» землетрус і намагаються вийти з дому.



**Мал. 60.7.** Інфразвук перебуває в діапазоні звуків нижче чутних людиною звуків

**Мал. 60.8.** Джерела інфразвуку

Людина використовує спеціальні прилади для реєстрації інфразвуку. Це допомагає передбачити певні природні явища: зсув гірських порід, землетруси, виверження вулканів тощо. Також інфразвук використовують для дослідження верхніх шарів атмосфери та для контролю за застосуванням ядерної зброї.

### Дізнайтеся більше

За легендою, 1929 року видатний американський фізик Роберт Вуд на прохання режисера театру «Лайрик» Д. Мілера використав інфразвук під час вистави. «Нечутний» звук мав створити в глядачів певний емоційний ефект. Але коли ввімкнули джерело інфразвуку, то виник ефект, схожий на той, що передує землетрусу. Скло в канделябрах задзвеніло, і всі вікна задрижали. І саме це створило атмосферу страху, а не той звук, що планував режисер.



### Ключова ідея

Людина чує звук, якщо джерело звуку коливається частіше 20 разів за секунду і не більше 20 000 разів за секунду. Такі коливання створюють чутні людським вухом звуки.

Якщо звукові коливання частіші за 20 000 коливань за секунду, то цей нечутний людиною звук називають ультразвуком. Ультразвук чують деякі тварин, зокрема собаки та дельфіни.

Звукові коливання, частота яких менша 20 разів за секунду, людина також не чує, їх називають інфразвуком. Джерелами інфразвуку є землетруси та вібрація важких механізмів.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Скільки коливань за секунду мають здійснювати джерела звуку, щоб звук могла чути людина?
2. Що таке ультразвук?
3. Наведіть приклади використання ультразвуку людиною.
4. Що таке інфразвук?
5. Як інфразвук впливає на самопочуття людини?
- 6\*. Дресирувальники подають собакам сигнали за допомогою спеціальних маленьких свистків, звуків яких людина не чує. У чому особливість цих свистків?

## § 61. Органи чуття та їхнє значення в житті людини і тварини



### Поміркуйте

Чому в темряві людина рухається невпевнено, на відміну від тварин?

### Пригадайте

- Чим людина відрізняється від тварин?
- Яку роль відіграє інформація в житті людини і тварин?

### Органи чуття людини

Чи належить людина до тварин? Звісно, так. Людина є представником ссавців, тому ми маємо багато спільного з іншими тваринами цієї групи — це загальна будова організму, живородіння, вигодовування дітей молоком тощо.

Утім є відмінності, які роблять нас окремим біологічним видом. Насамперед, це великий і розвинений головний мозок. Він здатний обробляти чималу кількість інформації. Але ж звідки він бере інформацію?

Мозок одержує інформацію за допомогою *органів чуття*. Наприклад, коли людина бачить пиріг, у неї виділяється слина. Що примусило її виділятися? Так, мозок. По тоненьких «дротах» — нервах, від очей і носа до мозку надійшла інформація про вигляд і запах пирога. Мозок отримав інформацію, «зрозумів», що це — їжа, і розпочав підготовку до процесу травлення (мал. 61.1).

*Органи чуття* — це спеціальні органи, здатні сприймати подразнення навколишнього середовища.

На малюнку 61.1 зображено основні органи чуття людини і тварин. Саме вони «інформують» організм про навколишнє середовище, дозволяють орієнтуватися й реагувати на зміни в ньому.

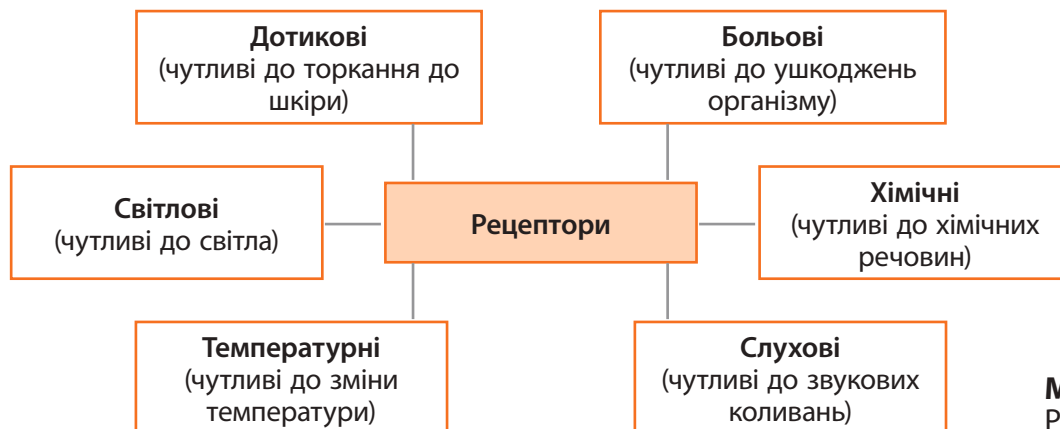


Іноді зорову систему людини порівнюють з обладнанням телевізійної студії.

Яким елементам системи зору, на вашу думку, відповідають телекамера, сигнальні дроти, режисерський пульт, пристрої запису та зберігання відеосюжетів у телестудії?



Мал. 61.1. Наш мозок «розпізнає» усе навколо нас завдяки органам чуття



**Мал. 61.2.**  
Рецептори людини

Кожний орган чуття для виконання своєї функції має спеціальні пристосування — *рецептори*. Це нервові закінчення або спеціалізовані клітини, які у відповідь на подразнення створюють сигнал до мозку.

Розгляньте малюнок 61.2 й довідайтеся, які основні рецептори є в людини і тварин.

**Таблиця 1. Основні органи чуття у тварин різних груп**

Група тварин	Особливості розвитку й будови органів чуття
Черви	Сприймають світло, вібрацію, дотик
Ракоподібні	Органи нюху, дотику, рівноваги розташовані у вусиках. Зображення в очах складається з окремих фрагментів
Павукоподібні	Органами дотику є волоски тіла. Мають 8 очей. Органи смаку розташовані на ходильних ногах
Комахи	Волоски на тілі мають рецептори дотику. На голові є вусики-антени, які забезпечують нюх. У комах складні очі. Вони бачать світ так, ніби він створений із мозаїки
Молюски	Органи чуття представлені очима, нюховими ямками, органами рівноваги, дотику і смаку. Головоногі молюски, зокрема восьминоги, розпізнають смак їжі спеціальними клітинами, що розміщені на присосках.
Риби	Бачать на близькій відстані, можуть розрізняти форму й колір об'єктів. Особливим органом чуття риб є бічна лінія, що розташована обабіч тіла, вона сприймає рух і вібрації води (мал. 61.3)
Земноводні	Очі розрізняють рухомі об'єкти. Язик є органом дотику. Органом нюху є ніздрі
Плазуни	Мають розвинений нюх, смак, слух і зір, добре відчувають дотик
Птахи	Мають гострий зір, що дозволяє розрізняти дрібні предмети на великій відстані. Мають добрий слух, але нюх у більшості птахів розвинений слабо. Відчувають магнітне поле Землі
Ссавці	Мають органи слуху, зору, нюху, смаку, дотику та рівноваги. Рівень розвитку органів чуття залежить від умов існування ссавців



**Мал. 61.3.** Бічна лінія риб допомагає їм відчувати рух і вібрацію води



**Мал. 61.4.** Вібриси — «навігаційна система» котів



### Дослідження

Якщо у вас є домашні улюбленці, простежте, як реагують їхні органи чуття на подразнення: яскраве світло, гучні звуки, різні запахи тощо.

Чи схожі реакції тварин та реакції людини на такі самі подразники?



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке органи чуття?
2. Яке значення органів чуття для життєдіяльності людини й тварин?
3. Що спільного та що відмінного між органами чуття людини та тварини? Чим органи чуття людини відрізняються від органів чуття кішки?
4. Поміркуйте, як пов'язані органи чуття зі швидкістю руху тварин.
- 5\*. Іноді можна почути, як про людину говорять, що в неї «око немов у орла», або «нюх немов у собаки». Про що йдеться?

### Різноманіття органів чуття тварин

Ви вже знаєте, що тварини опанували різні середовища життя. Тому органи чуття різних тварин розвивалися так, аби найкраще пристосуватися до умов існування (табл. 1, с. 173). І тому в різних тварин будова й розвиток певних органів чуття дуже відрізняються. Пригадайте, собаки мають гострий нюх, а коти добре бачать у темряві. У літаючих тварин найкраще розвинений зір і рівновага, а у кротів, сліпаків — мешканців ґрунту — нюх і дотик. Бджоли й мурахи не можуть бачити червоного кольору, але здатні помічати ультрафіолетове випромінювання. У змії розвинений орган температурного чуття. Хамелеони можуть одночасно бачити об'єкти, які розташовані попереду й за спиною. У кажанів і дельфінів розвинена ехолокація.

### Дізнайтеся більше

Одного разу англійський біолог Джордж Ромейнес вирішив перевірити здібності свого улюбленця. Він залишив собаку наодинці й стрімголов побіг зигзагами. Коли пес побачив, що хазяїна немає поруч, ретельно почав винюхувати землю. Керуючись гострим нюхом, він із точністю пройшов слідами й знайшов хазяїна. Цей поведінковий експеримент пояснює розвинений нюх собак.



### Ключова ідея

Органи чуття тварин, зокрема людини, забезпечують взаємодію організму з навколишнім середовищем.

Розрізняють такі основні органи чуття: зору, слуху, нюху, смаку, дотику та рівноваги.



## § 62. Порушення зору і слуху та їхня профілактика

### Чому погіршується зір?

Ми постійно працюємо, навчаємося, багато читаємо, дивимось телевизор й навіть не задумуємося над тим, як навантажуюмо наші очі. Тому часом ми відчуваємо сухість очей, бачимо нечітко чи подвоєне зображення. Травми очей, інфекції, недотримання правил гігієни, неправильне харчування, погано освітлене робоче місце — усе це може негативно вплинути на зір.

У таблиці 1 наведено поширені порушення зору.

### Профілактика порушень зору

Аби зберегти свій зір якнайдовше, необхідно дотримуватися певних правил. Основними заходами профілактики порушень зору є:

- збалансоване харчування з достатнім вмістом вітамінів;
- правильна організація робочого місця (достатня кількість світла і правильне розташування джерела світла);
- запобігати перевантаженню очей: тривала робота за комп'ютером може погіршити зір;
- коли потрібно багато читати чи іншим чином навантажувати зір, слід виконувати вправи для очей;
- у сонячну погоду слід користуватися захисними темними окулярами;
- регулярно проходити медичний огляд.

У разі появи будь-яких ознак погіршення зору, потрібно негайно звернутися до лікаря.

### Поміркуйте

Чому деякі люди носять окуляри або лінзи?



### Пригадайте

- Яка будова та функції ока і вуха людини?



World Health Organization

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), близько 300 мільйонів людей мають порушення зору. Кожного року у другий четвер жовтня у світі відзначають Всесвітній день захисту зору.



Щороку в Україні проводять 300 тисяч операцій, пов'язаних із захворюваннями очей.

Таблиця 1. Найпоширеніші порушення зору

Порушення	Характеристика	Можливість лікування
Короткозорість	Людина чітко бачить об'єкти лише на невеликій відстані	Зір можна виправити за допомогою окулярів, контактних лінз, спеціальних вправ для очей або хірургічної корекції
Далекозорість	Людина чітко бачить об'єкти лише на далекій відстані	
Косоокість	Розлад зору, за якого очі дивляться в різні напрямки	
Дальтонізм (колірна сліпота)	Спадкове порушення, за якого людина не розрізняє один або кілька кольорів	Оскільки порушення спадкове, воно є невиліковним. Сьогодні розробляють біотехнології для допомоги людям із дальтонізмом



У світі 466 мільйонів людей мають порушення слуху, із них 34 мільйони — діти.



Сьогодні близько 10 % населення України мають порушення слуху. Це часткова або повна нездатність чути.



### Дослід

Змодельуйте погіршення слуху за допомогою навушників. Опишіть свої відчуття, що виникають за такого штучного погіршення слуху.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які є порушення зору?
2. Як запобігти порушенням зору?
3. Назвіть причини порушення слуху.
4. Що потрібно робити, аби попередити порушення слуху?
- 5\*. Із додаткових джерел дізнайтеся, на честь якого науковця названо порушення зору — дальтонізм.
- 6\*. Уявіть, що ви окуліст / окулістка та прийшли в школу з метою профілактики порушень зору. Про що ви будете говорити з учнями?

## Чому погіршується слух?

Порушення слуху — це повна або часткова нездатність чути звуки. Часткова глухота полягає у здатності чути або розрізняти певні звуки. Повна глухота — цілковита втрата слуху або таке погіршення, що унеможливорює розібрати сприйняття мови.

Порушення слуху в людини можуть статися з різних причин. Це може бути ускладненням після певних інфекційних захворювань (ангіна, скарлатина), унаслідок вушних інфекцій, травм, впливу надмірного шуму, а також із генетичних причин і в процесі старіння.

## Профілактика порушень слуху

Основними заходами профілактики порушень слуху є:

- обмежити перебування в умовах підвищеного шуму або користуватися засобами індивідуального захисту (беруші, звукові фільтри, закриті навушники);
- уникати прослуховування надто гучної музики, особливо в навушниках;
- не перебувати на холоді без головного убору.

У разі появи будь-яких ознак погіршення слуху потрібно негайно звернутися до лікаря.

## Дізнайтеся більше

Завдяки французькому педагогу Луї Брайлю було створено шрифт для людей із порушеннями зору. У дитинстві Брайль отримав травму, що призвела до сліпоти.



Дослідивши систему тиснених символів, яку використовували військові для передавання інформації в темряві, Брайль розробив абетку для тих, хто не бачить.



### Ключова ідея

Порушення зору та слуху можуть спричинити як різні захворювання, так і зовнішні чинники. У разі проблем із зором чи слухом слід звернутися до лікаря (лікарки). Самолікування може лише погіршити стан здоров'я, а в медичному закладі людині допоможуть вибрати дієвий спосіб лікування.





## § 63. Роль науки в розширенні меж сприйняття і розуміння навколишнього світу



### Сприйняття світу людиною

Первісні люди забезпечували себе їжею за допомогою полювання, рибальства та збиральництва. Людина могла розраховувати лише на свої сили або на допомогу нечисленної родини. Будь-яка хвороба залишала людей без здобичі, а, відповідно, й без їжі. Людина з порушеннями зору або слуху більше ризикувала своїм життям, порівняно з іншими (мал. 63.1). Так було б і донині, якби не розвиток науки й технологій.

### Світ змінюється

Завдяки розвитку науки наш світ змінюється дуже швидко. Ще 10 років тому ми сприймали смартфон як диво техніки, а сьогодні створюють фільми у 3D-вимірі та окуляри віртуальної реальності (мал. 63.2). Раніше прогноз погоди можна було дізнатися лише з газет та телевізійних новин, а зараз ця інформація є у вільному доступі в Інтернеті для будь-якого населеного пункту на нашій планеті. А ще наукові винаходи дозволяють лікувати хвороби, які донедавна вважалися невиліковними.

### Як побачити невидиме

Історія сучасних окулярів і лінз розпочалася з давніх-давен. Є свідчення, що понад 2000 років тому давньоримський імператор Нерон дивився на бої гладіаторів через відшліфований смарагд. Можливо, це була спроба покращити зір.

### Поміркуйте

Як можна допомогти людям із порушенням зору або слуху?

### Пригадайте

- Який вид енергії ми можемо побачити?
- Який вид енергії ми можемо почути?
- Які порушення зору та слуху бувають у людини?



**Мал. 63.1.** Світ був дуже суворим до первісної людини. Її життя залежало від уміння полювати та ховатися від ворогів



**Мал. 63.2.** Сучасні винаходи змінюють наше сприйняття світу



**Мал. 63.3.** На картині художника XIV століття Томмазо да Модена «Кардинал із Руану» можна побачити людину, яка читає через збільшуваче скло

Творцем окулярів вважають італійця Сальвінія д'Армате. Саме він у XIII столітті створив перші окуляри. Адже до цього використовували лінзу з ручкою, що нагадувала сучасну лупу.

Оправи перших окулярів робили з кістки, а лінзи — із кварцу. У ті часи ще не було можливості виготовляти лінзи зі скла. Пізніше для оправ почали використовувати дерево, мідь, свинець (мал. 63.4).

Із винаходом друкарського верстата в XV столітті та появою друкованих книг, попит на окуляри зріс. На початку XVII століття в Англії відкривалося перше підприємство з виробництва окулярів. А сучасну форму оправ окулярів запропонував британський оптик Едвард Скарлетт 1727 року.

Сьогодні окуляри використовує багато людей. Утім наука не стоїть на місці. І окуляри поступово замінюють більш сучасні контактні лінзи (мал. 63.5). А лазерна корекція зору дозволяє відмовитися навіть і від лінз.

### Покращення слуху

Про можливості покращення слуху люди вперше замислилися в XVII столітті. Тоді єдиною альтернативою для людей із порушенням слуху були спеціальні трубки або різки. Вузький їхній кінець вставляли у вухо, а широкий був «локатором» — допомагав краще вловлювати звуки. Такі примітивні слухові апарати робили переважно з рогів тварин, скла і морських мушель. Більш досконалими і кращими вважали ті, що були виготовлені з міді й латуні (мал. 63.6).

Усе змінилося з винаходом електрики та телефона, який 1876 року створив Александер Белл. Завдяки цим відкриттям було створено перший електронний



**Мал. 63.4.** Середньовічні складані окуляри, пенсне, лорнет і круглі окуляри



**Мал. 63.5.** Контактні лінзи для корекції зору



**Мал. 63.6.** Так виглядав один із перших слухових апаратів



слуховий апарат. Це була велика коробка з важким акумулятором, мікрофонами всередині та проводами, що стирчали зовні. Він помітно відрізнявся від того, що ми звикли бачити сьогодні (мал. 63.7).

Сьогодні порушення слуху є в близько мільярда людей на планеті. Тому наукова спільнота працює над удосконаленням пристроїв, які б дозволяли людям сприймати звукову інформацію. Було створено слухові імпланти, що повертають слух людям, які не чують від народження.



**Мал. 63.7.** Сучасні слухові апарати чудово виконують свою функцію

### Дізнайтеся більше

Слухові ріжки не дуже допомагали покращити слух, а більше були в ролі аксесуара. Подейкують, що композитор Людвіг ван Бетховен, який мав порушення слуху, любив похизуватися своїми слуховими трубками.

### Дізнайтеся більше

Александр Грем Белл працював учителем із людьми, які не чули звуків. Він навчав їх правильній вимові. Так сталося, що його кохана також втратила слух після важкої хвороби. Тому Белл вирішив сконструювати прилад, за допомогою якого він міг би демонструвати артикуляцію звуків мови. Він експериментував з різними слуховими пристроями. А 7 березня 1876 року Белл отримав патент (документ, що засвідчує авторство на винахід) на телефон, який він створив під час роботи над слуховими пристроями.



### Ключова ідея

Наукові винаходи та відкриття, зроблені в давнину, удосконалюються і в наш час. Дуже важливими є прилади, які допомагають людям із порушеннями зору і слуху.



### Дослід

Зробіть саморобний слуховий апарат із цупкого паперу. Згорніть аркуш конусом, зафіксуйте краї клеєм. На вузькому кінці конуса зробіть отвір (за діаметром вуха). Притисніть конус меншим отвором до вуха.

Спробуйте визначити, як збільшується відстань чутності слабких звуків під час використання цього пристрою.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Як органи чуття впливають на сприйняття та розуміння навколишнього світу?
2. Із чого були виготовлені перші окуляри?
3. Чому попит на окуляри зріс після винаходу друкарської машини?
4. Які винаходи дозволили створити слухові апарати?
5. Чому пристрої для покращення слуху почали з'являтися значно пізніше, ніж окуляри?

## § 64. Взаємодія електрично заряджених тіл. Електричне поле



### Поміркуйте

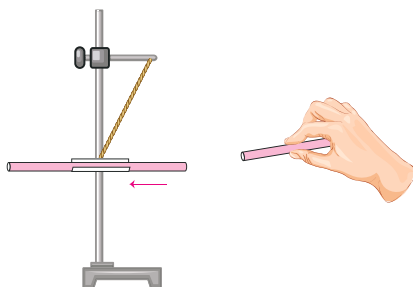
- Чи можна уявити сьогодення без електрики?
- Як виникають блискавки?

### Пригадайте

- Із чого складається атом?
- Що таке електрон?



**Мал. 64.1.** У шкільних дослідах з електрики зазвичай натирають вовною пластмасову паличку або шовком — скляну



**Мал. 64.2.** Однаково наелектризовані палички відштовхуються одна від одної

### Електрична взаємодія



#### Дослід

Причешіть сухе волосся пластмасовим гребінцем і піднесіть його до маленьких клаптиків паперу, що лежать на столі, не торкаючись їх. Ви побачите, що ці клаптики почнуть ворухитися. А деякі з них навіть піднімуться догори.



Сила, що діє з боку гребінця на папір, нам невідома. Вона не може бути силою пружності або тертя, оскільки ці сили контактні. Вона не може бути силою тяжіння, оскільки маси клаптиків і гребінця малі (сили тяжіння помітні, коли хоча б одне з тіл має космічну масу). Також сила тяжіння не може «включатися» через натирання гребінця об волосся.

Ми зіткнулися із новим для нас видом взаємодії — *електричною взаємодією*.

### Електризація тіл

Ще в Стародавній Греції помітили, що натерті шматки бурштину (бурштин давньогрецькою — «електрон») притягують пушинки та пір'я. Сьогодні відомо багато речовин, які після натирання одне по одному стають здатні до електричної взаємодії. Таке натирання називають *електризацією тіл*, а тіла називають *наелектризованими*.

Про наелектризовані тіла також кажуть, що вони отримали електричний заряд.

*Електричний заряд* — фізична величина, яка характеризує здатність тіл брати участь в електричних взаємодіях.

Пластмасові тіла добре електризуються під час тертя об вовну, а скляні — під час тертя об шовк або папір (мал. 64.1).



## Два види зарядів

Якщо наелектризувати дві пластмасові палички об вовну й піднести одна до одної, то вони будуть відштовхуватися. Так само будуть відштовхуватися одна від одної наелектризовані об папір дві скляні палички (мал. 64.2).

А от палички, наелектризовані по-різному, притягуються. Коли тіла з різних матеріалів труться поверхнями, то електрони від атомів поверхні одного тіла переходять до атомів іншого тіла. Тіло, яке втратило електрони, набуває *позитивного заряду*, а тіло, яке отримало — *негативного заряду*. Позитивні заряди позначають знаком «+», а негативні — «-». Пластмасова паличка, потерта об вовну отримує негативний заряд, а скляна — об папір — позитивний заряд.

*Одноіменно заряджені тіла відштовхуються, а різнойменно заряджені тіла притягуються.*

## Електричне поле

Електричне притягання та відштовхування тіл — це взаємодія на відстані. Англійський учений Майкл Фарадей припустив, що взаємодія заряджених тіл здійснюється за допомогою електричного поля: *кожне заряджене тіло створює електричне поле, яке діє на інші заряджені тіла.*

Притягування нейтральних тіл до наелектризованих пояснюється тим, що заряджене тіло власним електричним полем здійснює перерозподіл заряджених частинок усередині нейтрального тіла і робить зарядженими його частини (мал. 64.3).

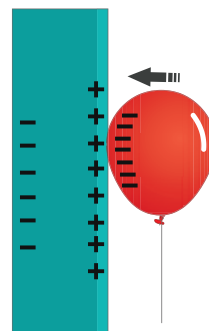


## Ключова ідея

Електричні взаємодії відбуваються між тілами, які мають електричні заряди і називаються наелектризованими. Процес надання тілу електричного заряду називають електризацією. Електризація тіл може відбуватися під час тертя.

Електричний заряд характеризує здатність тіл до електричних взаємодій. Існують два види електричних зарядів: позитивні та негативні. Тіла, які мають заряди одного виду (заряджені одноіменно), відштовхуються, а тіла, які мають заряди різних видів (заряджені різнойменно), притягаються.

Взаємодія заряджених тіл здійснюється за допомогою електричного поля. Впливом електричного поля зарядженого тіла на незаряджене можна пояснити, чому заряджені тіла притягують нейтральні тіла.



**Мал. 64.3.** Наелектризована негативно заряджена гумова кулька спричиняє перерозподіл зарядів у стіні й «прилипає» до неї



## Запитання для повторення й засвоєння

1. Чому притягання клаптиків паперу натертим гребінцем не можна пояснити дією сил тяжіння, пружності й ваги?
2. Як називають тіла, що мають здатність до електричних взаємодій?
3. Що таке електризація тертям? Який її механізм?
4. Що таке електричний заряд? Назвіть види зарядів.
5. У яких випадках заряджені тіла притягуються, а в яких — відштовхуються?
6. Як, за припущенням Фарадея, здійснюється взаємодія заряджених тіл?
- 7\*. Проведіть дослідження. Потріть об вовняний светр або рукавицю пластмасовий гребінець та одразу доторкніться ним до свого волосся. Чому гребінець притягує волосся?

## § 65. Провідники й діелектрики



### Поміркуйте

Під час носіння синтетичного одягу ваше тіло електризується і торкнувшись батареї опалення або іншого металевго предмета рукою, ви відчуєте, як щось вас укололо в руку. А якщо торкнетеся дерев'яного стола, відчуття уколу не буде. Як ви вважаєте, чому?

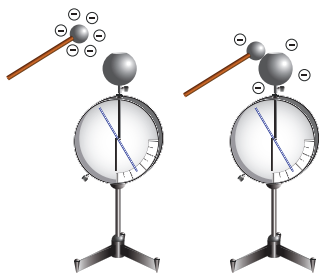


### Пригадайте

- Що таке електричний заряд?
- Як відбувається електризація тіл?
- Які існують види зарядів?



Мал. 65.1. Лабораторний електрометр



Мал. 65.2. Заздалегідь заряджене тіло під час торкання кулі електрометра заряджає його

### Експерименти з електрики

У наукових і навчальних лабораторіях для проведення експериментів з електрикою використовують *електрометр* — прилад для демонстрації електричних явищ. Електрометр складається з металевої порожнистої кулі, насадженої на металевий стрижень. До стрижня прикріплено стрілку, яка може обертатися. Коли електрометр незаряджений, стрілка займає вертикальне положення (мал. 65.1).

Якщо доторкнутися кулі електрометра наелектризованим тілом, то частина зарядів із тіла перейде на кулю, стрижень і стрілку електрометра, через відштовхування однойменно заряджених тіл (стрілки та стрижня) стрілка відхиляється в бік. Це свідчить, що електрометр заряджений (мал. 65.2).

Поставимо поряд заряджений і незаряджений електрометри (мал. 65.3а). Металевим стрижнем на пластмасовій ручці з'єднаємо кульки обох електрометрів (мал. 65.3б). Заряджений електрометр частково розрядиться, а в попередньо незарядженого електрометра стрілка відхилиться. Тобто заряд з одного електрометра металевим стрижнем перейшов на інший.

Висновок — метал є *провідником* електрики.

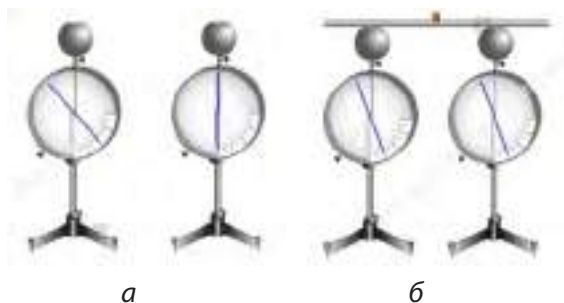
### Провідники

Речовини, що проводять електричний заряд, називають провідниками.

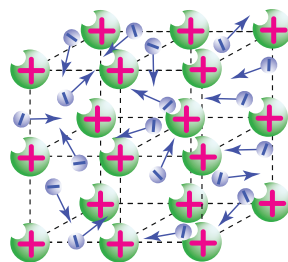
Провідники проводять електричні заряди, тому що в них є заряджені частинки — носії заряду — які можуть вільно переміщатися. Такі частинки називають *вільними зарядами*.

У металах вільними зарядами є електрони (мал. 65.4).

Серед металів найкращими провідниками є срібло, мідь, алюміній. Тому саме з міді й алюмінію виготовляють електричні дроти (іноді доводиться використовувати навіть значно дорожче срібло) (мал. 65.5).



**Мал. 65.3.** Після з'єднання електрометрів металевим стрижнем заряд переходить від зарядженого електроскопа до незарядженого



**Мал. 65.4.** Кожен атом металу вивільняє один або два електрони. Рух вільних електронів зумовлює хорошу електропровідність металів



**Мал. 65.5.** Із міді виготовляють електричні дроти, бо мідь — хороший провідник електрики

## Діелектрики

З'єднаємо кульки електрометрів не металевим стрижнем, а сухою дерев'яною або пластмасовою лінійкою. На відміну від металевого стрижня лінійка не дозволяє зарядам перейти з одного електрометра на інший.

Отже, ми з'ясували, що деревина не може проводити електричні заряди. Такий самий результат буде і з пластмасовою лінійкою.

Речовини, що не проводять електричні заряди, називають *діелектриками*, або *ізоляторами*.

Те, що діелектрики не проводять електричні заряди, свідчить про відсутність у них вільних зарядів: у діелектриках усі електрони міцно пов'язані зі своїми атомами (або молекулами).

Твердими діелектриками є багато пластмас і тканин, суха деревина, гума, скло, гас і хімічно чиста (дистильована) вода. Нарешті, діелектриками є майже всі гази, зокрема повітря.

## Ключова ідея

Експерименти з електрометром дозволяють визначити, які речовини є провідниками, а які — діелектриками.

Речовини, що проводять електричний заряд, називають провідниками. Провідниками є всі метали. Провідники проводять електричні заряди тому, що в цих речовинах є заряджені вільні носії заряду. У металах вільними зарядами є електрони.

Речовини, що не проводять електричних зарядів, називають діелектриками. У діелектриках відсутні вільні заряди: усі електрони міцно пов'язані зі своїми атомами (або молекулами). Діелектричні матеріали використовують для виготовлення виробів, що ізолюють від електрики.



Складіть два переліки назв тіл у вашій кімнаті: тіла, виготовлені з провідників, та тіла з діелектриків.



## Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке провідники електрики?
2. Наведіть приклади провідників.
3. Чому метали проводять електрику?
4. Що таке діелектрики?
5. Наведіть приклади діелектриків.
6. Чим зумовлено те, що діелектрики не проводять електричні заряди?
- 7\*. Спробуйте наелектризувати об вовняний светр металевий стрижень. За результатами дослідження зробіть висновок.

## § 66. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ. Джерела струму



### Поміркуйте

Чи можете ви обійтися без електричних приладів? Поясніть чому

### Пригадайте

- Що таке електричне поле?
- Що таке провідники електрики?
- Чим діелектрики відрізняються від провідників?

#### Умови існування електричного струму

1. Наявність вільних зарядів
2. Наявність у провіднику електричного поля

### ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

У провідниках є вільні заряджені частинки. Якщо подіяти на ці частинки електричним полем, то вони почнуть рухатися в напрямку дії поля.

Такий напрямлений рух зарядів називають електричним струмом.

**Електричний струм** — це напрямлений рух заряджених частинок.

Для існування електричного струму потрібно, щоб виконувалися дві умови: наявність вільних зарядів та електричного поля. Електричне поле в провідниках створюють джерела струму, наприклад, звичайні батарейки.

### ЕЛЕКТРИЧНЕ КОЛО

**Дослід.** З'єднаємо звичайну батарейку (джерело струму) за допомогою металевих дротів із лампочкою. Як ми й очікували, лампочка починає світитися.

Для того, щоб вмикати та вимикати лампочку, використовують вимикач (мал. 66.1). Вимикач розриває електричне коло, рух заряджених частинок припиняється і лампочка погасне.

Будь-яке електричне коло складається із **джерела струму, споживачів електрики, вимикача та з'єднувальних проводів**.

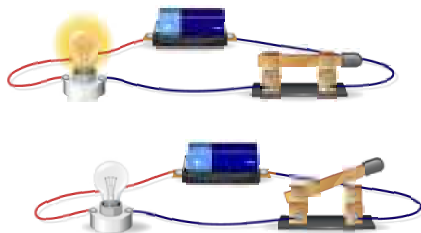
Споживачами електрики є будь-які електричні пристрої, у яких електрична енергія перетворюється на механічну, теплову, світлову та інші.

Для зображення електричних кіл на кресленнях використовують умовні позначення елементів електричного кола (мал. 66.2).

Використання цих позначень дозволяє зображувати на кресленнях електричні кола у вигляді електричних схем (мал. 66.3).

У більш складних колах можуть бути кілька споживачів електрики, вимикачів, джерел струму.

У будь-яких електричних приладах струм тече електричними колами різної складності.

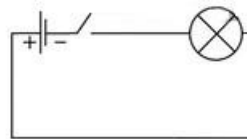


**Мал. 66.1.** Вимикач дозволяє замикати або розмикати коло — керувати протіканням електричного струму





**Мал. 66.2.** Умовні позначення деяких елементів електричного кола



**Мал. 66.3.** Найпростіша електрична схема

## Дізнайтеся більше



Електрик — чоловіча професія? Першою це заперечила Герда Айртон.

Її чоловік очолював електричну лабораторію Кембриджського університету. 1891 року лаборанти випадково зіпсували «щоденник лабораторії» — журнал, де описували результати дослідів, а потім передавали для контролю фінансування. Напередодні перевірки у лаборантів зовсім не було часу займатися відновленням журналу. Але із цим завданням блискуче впоралася Герда Айртон. Згодом вона розпочала власні дослідження електрики, а 1899 року представила доповідь про вольтову дугу. Ця доповідь справила враження на наукову спільноту Англії. Після Герда Айртон працювала в інституті інженерів-електриків, де стала першою жінкою в цій професії.

## Ключова ідея

Електричний струм — це напрямлений рух заряджених частинок. Електричний струм у металах являє собою напрямлений рух вільних електронів.

Умови існування електричного струму: 1) наявність вільних зарядів; 2) наявність у провіднику електричного поля, що створює джерело струму.

Джерело струму — це пристрій, у якому різні види енергії перетворюються на електричну енергію. Завдяки джерелам струму стало можливим широке застосування електрики.

Електричне коло складається із джерела струму, споживачів електрики, вимикача та з'єднувальних проводів. Для зображення електричних кіл на кресленнях у вигляді електричних схем використовують умовні позначення елементів електричного кола.

У складних колах можуть бути декілька споживачів електрики, ключів, джерел струму.

### Електричне коло

Джерело електричного струму

Провідник струму (з'єднувальні дроти)

Споживачі електрики



Накресліть схему електричного кола з джерела струму, двох лампочок і двох вимикачів. Кожний вимикач має вимикати лише «свою» лампочку.



## Запитання для повторення й засвоєння

1. Що являє собою електричний струм?
2. Які умови існування струму?
3. Для чого потрібні джерела струму?
4. Які основні елементи електричного кола?
5. Що таке електрична схема?
6. Як позначають на схемах джерело струму, лампу, вимикач?
- 7\*. Яку мінімальну та максимальну кількість основних елементів може містити електричне коло?

## § 67. Величини, що характеризують рух струму в колі: сила струму, електрична напруга й опір, їхній взаємозв'язок



### Поміркуйте

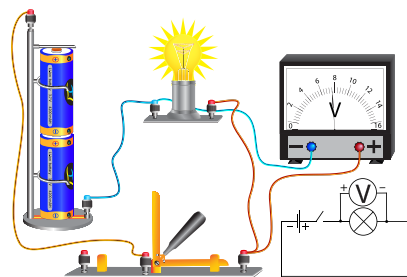
Від чого залежить кількість електричного заряду, який щосекунди тече в електричному колі?

### Пригадайте

- Для чого потрібні джерела струму?
- Що таке електричний струм?
- Із яких елементів складається електричне коло?



**Мал. 67.1.** Щоб виміряти силу струму в лампочці, амперметр приєднують до неї послідовно



**Мал. 67.2.** Електричне коло та його схема з вольтметром, що вимірює напругу на лампочці

### Сила струму

Коли провідником тече струм, відбувається переміщення зарядів від одних ділянок кола до інших. Для того, щоб з'ясувати, скільки в колі переміщується заряду і з якою швидкістю він рухається, використовують фізичну величину силу струму.

**Сила струму** — це величина, що показує величину й швидкість руху електричного заряду в провіднику.

Одиниця сили струму — **ампер** (скорочено А), а прилад для вимірювання сили струму — **амперметр**.

Для вимірювання сили струму амперметр потрібно вмикати у розрив кола, як це зображено на електричній схемі (мал. 67.1).

Струм у колі є наслідком дії джерела струму. Тому сила струму буде залежати від властивості джерела струму.

Якою ж величиною характеризується ця властивість джерела?

### Електрична напруга

Величину, яка характеризує джерело струму, називають **електричною напругою**, або просто **напругою**.

Електрична напруга пов'язана з роботою, яку виконують елементи електричного кола:

- напруга на полюсах джерела струму показує, яку роботу може виконати або виконує джерело для створення струму в колі;
- напруга на споживачах показує, яку роботу виконує струм усередині споживачів.

Одиницею напруги є **вольт** (скорочено В), а прилад для вимірювання напруги — **вольтметр**.

На відміну від амперметра, вольтметр приєднують до джерела струму або споживача так, як це показано на електричній схемі (мал. 67.2).

Напругу можна вважати причиною виникнення струму: якщо до будь-якої ділянки кола прикласти напругу, цією ділянкою потече струм. Під час підключення



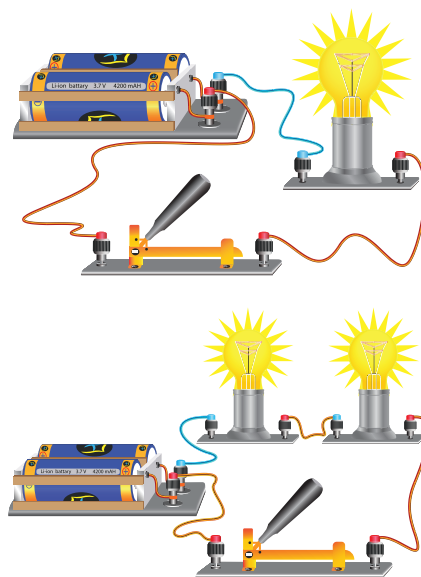
напругу, цією ділянкою потече струм. Під час підключення вольтметра до джерела струму або споживача потрібно приєднувати «+» до «+», а «-» до «-».

### Електричний опір

**Дослід.** Зберемо два електричних кола з однакових батарейок, лампочок і вимикачів (мал. 67.3).

Будемо спостерігати за яскравістю світіння лампочок. У першому колі лампочка світить набагато яскравіше, ніж дві лампочки у другому колі. Тьмяне світіння лампочок свідчить, що крізь них тече струм меншої сили, ніж через лампочку в першому колі. Батарейки однакові. Тобто сила струму в колах відрізняється не через батарейки, а через якусь властивість електричного кола з лампочками. Ця властивість отримала назву *електричний опір*.

Саме електричний опір ділянки кола визначає, якої сили струм буде йти цією ділянкою за певної напруги. Тому тьмяне світіння двох лампочок у другому колі визначається тим, що електричний опір двох послідовно увімкнених лампочок більший, ніж електричний опір однієї лампочки.



**Мал. 67.3.** У першому колі до батарейки підключено одну лампочку, а в другому колі — послідовно дві лампочки

### Дізнайтеся більше

Американська фізикиня Ізабель Стоун стала першою жінкою, яка отримала докторський ступінь із фізики у США, захистивши дисертацію «Про електричний опір тонких плівок» у Чиказькому університеті 1897 року. Вона вивчала електропровідність тонких металевих плівок й довела, що їхній електричний опір зменшується із часом.

### Ключова ідея

Сила струму — це фізична величина, що характеризує струм у провіднику. Одиницею сили струму є ампер (A), а прилад для вимірювання сили струму — амперметр.

Електрична напруга характеризує здатність джерела струму створювати струм у колі. Одиницею напруги є вольт (V), а прилад для вимірювання напруги — вольтметр.

Сила струму через ділянку кола за певної напруги визначається електричним опором цієї ділянки.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке сила струму?
2. Назвіть одиниці сили струму.
3. Що таке напруга?
4. Як називаються одиниці напруги?
5. Що визначає електричний опір?
- 6\*. Лампочку підключено до джерела струму. Що залишиться без змін після вимикання лампочки: сила струму, напруга чи опір?

## § 68. Дії струму (теплова, світлова, магнітна)



### Поміркуйте

Які дії чинить електричний струм у побутових приладах?

### Пригадайте

- Що таке електричний струм?
- Що таке джерело світла?
- Які бувають джерела світла?



**Мал. 68.1.** У лампах розжарювання вольфрамова нитка нагрівається електричним струмом до високої температури і починає світитися біло-жовтим світлом



**Мал. 68.2.** Лампи «холодного» світла:  
а — енергозберігаюча;  
б — світлодіодна

### Теплова та світлова дії електричного струму

Після винайдення італійцем Алессандро Вольта 1800 року першого штучного джерела струму експериментально було визначено, що під час проходження струму провідник нагрівається. Так було відкрито *теплову дію електричного струму*. Цю дію струму використовують в електрообігрівачах.

Під час сильного нагрівання провідник розжарюється й може почати випромінювати світло. Тобто разом із тепловою дією електричний струм може чинити *світлову дію*. Розжарені електричним струмом до біло-жовтого кольору провідники почали використовувати в лампах розжарювання — штучних теплових джерелах світла (мал. 68.1).

### Дізнайтеся більше

Електричні лампи винайшли в XIX столітті. Вони виявилися набагато яскравішими, ніж полум'я свічок або газових ламп. Але перші лампи розжарювання могли працювати лише впродовж короткого часу. Їх удосконалив і наблизив до сучасного вигляду американський винахідник Томас Едісон.

### Холодне електричне світло

Лампи розжарювання світять через те, що металева нитка всередині лампи має високу температуру. Сьогодні використовують також «холодні» електричні джерела світла: енергозберігаючі та світлодіодні (LED) лампи (мал. 68.2).

### Магнітна дія електричного струму

Чи гралися ви колись магнітом? Якщо піднести магніт до залізних скріпок на столі, то вони притягнуться до магніту (мал. 68.3).



**Мал. 68.3.** Звичайний магніт притягує до себе залізні дрібні речі



**Мал. 68.4.** Крани з потужними електромагнітами переносять металеві вантажі



### Дослід

Намотайте на залізний цвях 10–15 витків ізольованого дроту. Його можна взяти, наприклад, із відрізка комп'ютерного кабелю «вита пара», що використовують для сполучення комп'ютерів із мережею інтернет. Кінці намотаного на цвях дроту звільніть від ізоляції та приєднайте до батарейки. Поряд із цвяхом на столі розмістіть залізні скріпки. Мабуть ви будете здивовані — скріпки притягнуться до кінців цвяха, як до магніту. Якщо відключити «дротяну котушку» на цвяху від батарейки, струм зникне й цвях перестане притягувати скріпки.



Цей дослід доводить, що струм чинить магнітну дію, а цвях із намотаною на нього дротяною котушкою став електромагнітом. Електромагніти широко застосовуються в техніці, на виробництві, інших галузях господарської діяльності (мал. 68.4).

На відміну від теплової та світлової дії, які не завжди виявляються під час проходження струму провідником, магнітна дія струму виявляється завжди.



### Ключова ідея

Теплова дія електричного струму полягає в тому, що під час проходження струму провідник нагрівається. Цю дію струму використовують в електрообігрівачах.

Під час розжарення провідника електричним струмом до високої температури він починає світитися — це світлова дія струму. Її використовують у лампах розжарювання.

У «холодних» джерелах світла — енергозберігаючих та світлодіодних (LED) лампах — струм чинить світлову дію під час проходження через газ або через світлодіод. «Холодні» джерела світла набагато ефективніші за лампи розжарення.

Електричний струм завжди чинить магнітну дію, що виявляється в притягуванні до дротяної котушки зі струмом залізних речей або руху провідника біля магніту. Притягування залізних речей використовують в електромагнітах, а рух провідника — в електродвигунах.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. У чому полягає теплова дія електричного струму?
2. Де використовують теплову дію електричного струму?
3. За яких умов виявляється світлова дія електричного струму?
4. Назвіть відмінності в роботі лампи розжарювання та «холодних» джерел світла.
5. У чому полягає магнітна дія електричного струму?
6. Чим відрізняється магнітна дія електричного струму від інших?
- 7\*. Теплову дію електричного струму застосовують:
  - а) в електричних прасках
  - б) у світлодіодних лампах
  - в) у шкільному амперметрі
  - г) в електродвигунах.

## § 69. Магніти. Магнітна взаємодія

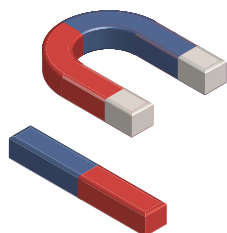


### Поміркуйте

Яке значення для вас має використання магнітів?

### Пригадайте

- Чи гралися ви коли-небудь магнітами?
- Які предмети притягують магніти?
- Як взаємодіють між собою однойменно заряджені тіла? А заряджені різнойменно?



Мал. 69.1. Штабовий та дугоподібний магніти



### Дослід

За допомогою магніту дослідіть металеві предмети у вашому класі або вдома. Розподіліть їх на дві групи: містять залізо та не містять заліза.

### Магніти

Видатний фізик Альберт Ейнштейн згадував магніт, як одну з перших своїх іграшок. «Поведінка» магнітної стрілки на компасі справила на нього незабутнє відчуття, що збереглося на все життя: за видимими речами може бути приховане щось іще — невидиме й невідоме.

Найчастіше ми стикаємося зі штабовими або дугоподібними магнітами (мал. 69.1).

Але магніт може мати будь-яку форму, зокрема форму кулі. Цікаво, що ми з вами живемо на величезному кулеподібному магніті — планеті Земля.

### Полюси магніту

Частини магніту, де найбільше виявляється магнітна дія, називають *полюсами магніту*. Розрізняють північний і південний полюси.

Північний полюс магніту зафарбовують зазвичай синім і позначають літерою N (від від англ. *North* — північ), а південний зафарбовують червоним і позначають літерою S (від від англ. *South* — південь).

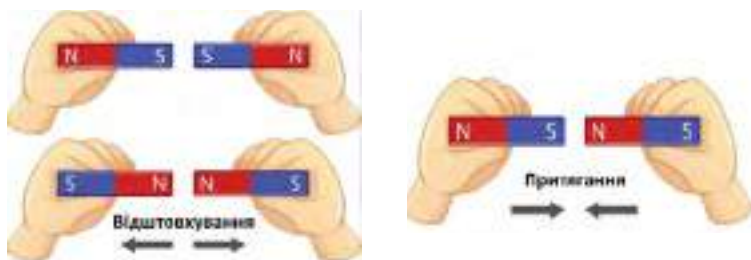
У будь-якого магніту має бути щонайменше два різнойменні полюси, але кількість полюсів може бути більшою.

Спроби роз'єднати полюси магніту, щоб отримати окремо північний і південний полюси (на кшталт позитивного й негативного електричних зарядів) були марними. Виявилось, що розрізаний штабовий магніт перетворюється на два коротших штабових магніти з меншою магнітною силою.

### Магнітна взаємодія

Магнітна сила належить до безконтактних, адже ми бачимо, що магніти взаємодіють між собою або із залізними тілами на відстані.

Взаємодія полюсів магнітів подібна до взаємодії електричних зарядів: *однойменні полюси магнітів відштовхуються, а різнойменні — притягуються* (мал. 69.2).



Мал. 69.2. Відштовхування та притягання магнітів

### Магнітне поле

Ви знаєте, що взаємодія електричних зарядів здійснюється через електричне поле. Магнітна взаємодія також здійснюється через поле, але магнітне: будь-який магніт створює навколо себе магнітне поле, яке діє на інші магніти або на залізні речі.

Магнітне поле, як і електричне, невидиме. Але його можна «побачити» за допомогою залізних ошурок.

Людина не відчуває безпосередньо дію магнітного поля. Однак його широко використовують у медицині для діагностики та лікування.

### Дізнайтеся більше

За допомогою магнітного поля проводять МРТ-дослідження внутрішніх органів людини. МРТ розшифровується як магнітно-резонансна томографія. Вона ґрунтується на тому, що в сильному магнітному полі атоми Гідрогену, що є в усіх молекулах органічних речовин, дають «відлуння» на радіохвилі, якими опромінують людину. Радіохвилі й магнітне поле безпечні для організму, тому МРТ-дослідження набули широкого використання.

### Ключова ідея

Магніти притягують залізні речі й мають два полюси — північний (N) та південний (S). Однойменні полюси магнітів відштовхуються, а різнойменні — притягуються.

Магніти можуть бути будь-якої форми. Магнітів лише з одним полюсом не існує, магніт може мати два і більше різнойменних полюсів.

Магнітні взаємодії здійснюються через магнітне поле: навколо будь-якого магніту є магнітне поле, що діє на інші магніти або залізні тіла.



### Дослід

Насипемо на аркуш паперу рівномірно тонкий шар залізних ошурок і покладемо зверху шатабовий або дугоподібний магніт. Частина ошурок притягнеться до полюсів магнітів, а частина вишукується вздовж якихось ліній. Так залізні ошурки зробили магнітне поле видимим.



### Запитання для повторення й засвоєння

- Звідки походить назва магніт? Що ми називаємо природними магнітами?
- Які полюси має магніт?
- Чи можна отримати магніт з одним полюсом? Скільки полюсів може бути в магніту?
- Як взаємодіють полюси двох різних магнітів?
- Завдяки чому на відстані здійснюється магнітна взаємодія?
- Як можна «побачити» магнітне поле?
- \* Два залізні стрижні однакової форми на вигляд. Один із них намагнічений, інший — ні. Запропонуйте, як відрізнити намагнічений стрижень, якщо ніяких допоміжних засобів немає.

## § 70. Магнітні явища у природі й житті людини. Магнітне поле Землі. Біологічна дія магнітного поля, його значення для тварин і людей



### **Поміркуйте**

- Як можна використовувати магніти?
- Чи можна створити штучні магніти?
- Чому в давнину для листування використовували поштових голубів?

### **Пригадайте**

- За допомогою якого приладу можна визначити сторони горизонту?
- Де розташовані географічні полюси Землі?
- Що таке магнітне поле?



**Мал. 70.1.** Земля має два магнітні полюси



**Мал. 70.2.** Північне сяйво в Ісландії

### **Магнітні явища в природі**

**Магнітні явища** — це явища, які виникають у результаті магнітної взаємодії об'єктів. Прикладом природних магнітних явищ є взаємодія магнітів, північне сяйво. Магнітні явища можна спостерігати і в космосі, і на Землі.

Магнітні явища виявляються лише в межах **магнітних полів**, які створюються рухомими зарядженими частинками. Помітити таке поле неможливо. Його не можна відчутити на дотик, запах чи смак.

### **Магнітне поле Землі**

Уявіть, що наша планета також є величезним магнітом! Саме тому вона має своє магнітне поле. І хоча розміри Землі великі, але як магніт вона не дуже сильна.

Земля, як і всі магніти, розташовані поблизу географічних полюсів, але не збігаються з ними: поблизу Північного географічного полюса розташований Південний магнітний (S) і навпаки (мал. 70.1).

Магнітне поле Землі захищає все живе від смертельного «сонячного вітру» — потоку заряджених частинок із поверхні Сонця.

### **Аврора**

Прекрасне яскраве природне явище аврора, або північне сяйво, є результатом взаємодії частинок сонячного вітру з магнітним полем Землі. Воно буває в районах, ближчих до полюсів, де частинки починають контактувати з верхніми шарами атмосфери, що спричиняє світіння повітря. У результаті з'являється дивовижно красиве північне сяйво (мал. 70.2).

### **Магнітні бурі**

Але магнітні явища бувають і небезпечними. Можливо ви чули від дорослих про магнітні бурі. Сьогодні про них інформують по телебаченню та





**Мал. 70.3.** Магнітні бурі можуть тривати до трьох діб. У цей час дехто може відчувати слабкість, головний біль, може статися підвищення тиску



**Мал. 70.4.** Кажани можуть використовувати магнітне поле для орієнтації у просторі



**Мал. 70.5.** Сучасний компас: синя стрілка завжди показує на північ, а червона — на південь

радіо. Річ у тім, що із цим явищем пов'язують погіршення самопочуття в деяких людей (мал. 70.3).

Поява магнітних бур пов'язана з процесами, які відбуваються на Сонці.

### Чи потрібен тваринам компас?

Деякі живі організми мають здатність відчувати магнітне поле Землі. За ним вони можуть визначати напрямок руху або висоту і навіть розташування на місцевості. Цю здатність, яку називають магніторецепцією, виявляють плодові мушки, бджоли, птахи, черепахи, скати, акули, кажани тощо. Магніторецепція допомагає їм орієнтуватися в просторі і знаходити своє житло за десятки кілометрів.

### Компас для людини

Людина не має таких здібностей в орієнтуванні, як птахи. Тому в давнину мореплавцям доводилося плавати вздовж берегів, щоб контролювати своє місцеперебування. Вони визначали напрям за орієнтирами на березі. Із часом з'ясували: якщо підвісити магніт (шматок магнітного залізняку) на мотузці, то він завжди орієнтується вздовж лінії північ—південь! Такий магніт назвали дороговказом, і саме він був першим компасом.



### Ключова ідея

Результатом магнітної взаємодії об'єктів є магнітні явища. Прикладом природних магнітних явищ є взаємодія магнітів, північне сяйво, магнітні бурі, магніторецепція у тварин. Магнітні явища проявляються тільки завдяки дії магнітних полів. Магнітне поле є також і у Землі. Воно захищає від сонячного вітру.



### Практичне завдання

Намалюйте план своєї кімнати або класу. За допомогою компаса визначте сторони горизонту й позначте їх на своєму плані.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Назвіть приклади магнітних явищ.
2. За яких умов виникають магнітні явища?
3. Яке значення для живих організмів має магнітне поле Землі?
4. Якщо людина для орієнтації використовує компас, то що використовують тварини?
- 5\*. Як ви думаєте, чи завжди компас вказує напрям правильно?
- 6\*. Запропонуйте матеріали, із яких потрібно збудувати судно для експедиції для вивчення магнітного поля в районі Бермудського трикутника.

## § 71. Електрична енергія та її використання Електростанції. Енергозбережні технології



### Поміркуйте

Які види енергії використовує людина?

### Пригадайте

- Які джерела енергії ви знаєте?
- Як можна використовувати енергію Сонця, вітру, припливів?



**Мал. 71.1.** Ми не можемо уявити своє життя без використання електричної енергії



**Мал. 71.2.** Лініями електропередач електроенергію можна практично без перешкод передавати на великі відстані до споживачів

### Використання електрики

Майже неможливо перелічити всі приклади застосування електроенергії. Ми використовуємо електрику для освітлення, на транспорті, на виробництві, в побуті, під час навчання тощо (мал. 71.1).

Вона легко передається проводами на великі відстані до споживачів і може бути подана в кожную оселю (мал. 71.2).

У пункті призначення електроенергія перетворюється на необхідні нам тепло, світло, механічний рух. Вона «дає життя» численним пристроям і механізмам.

### Електростанції

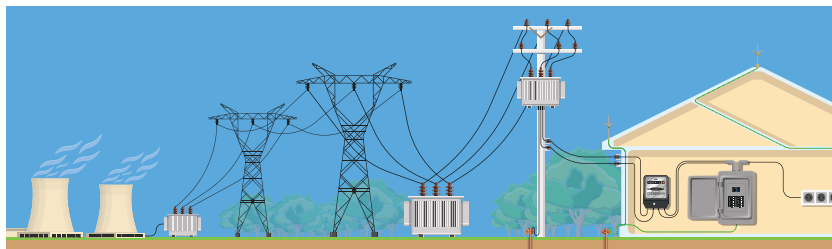
Підприємства, на яких виробляють електричну енергію, називають електростанціями. Відповідно до джерела енергії, розрізняють електростанції: теплові (ТЕС), атомні (АЕС), гідравлічні (ГЕС), вітрові (ВЕС), сонячні (СЕС)

Донедавна найпоширенішими були теплові, атомні й гідроелектростанції. Але останнім часом у світі більше будується електростанцій, що працюють на альтернативних джерелах енергії. Це — вітрові, сонячні, геотермальні електростанції та такі, що працюють на біопаливі.

### Мережі електропостачання

Для використання електроенергії електростанції та споживачів об'єднують у *мережі електропостачання*. Електростанції подають електроенергію в лінії електропередач, енергія дротами тече до підстанцій у містах та на підприємствах. А далі вона потрапляє до споживачів (мал. 71.3).





**Мал. 71.3.** Умовна схема електромережі від електростанції до побутових споживачів

У масштабах країни мережа об'єднує багато електростанцій різних типів та численних споживачів.

### Вимірювання спожитої електроенергії

Електроенергія, як і будь-який інший товар (хліб, м'ясо, олія тощо), має купуватися споживачами. Утім на відміну від цукру чи картоплі, які можна зважити на вагах, електроенергію «зважують» за допомогою електролічильників (мал. 71.4).

### Енергозберіжні технології

Використання енергозберіжних технологій дозволяє досягти кількох цілей: для родини — зменшити витрати коштів, для країни — зменшити навантаження на національні енергомережі й електростанції, для всієї планети — зменшити викиди продуктів згоряння палива та зайвого тепла в атмосферу. Також це дозволить зберегти природні копалини.

Тому використання пристроїв, машин і механізмів, що споживають щонайменше енергії, економічно й екологічно доцільно. Також утеплення будівель, використання сучасних склопакетів у вікнах дає чималу економію енергії.



### Ключова ідея

Широке використання електроенергії зумовлено тим, що вона легко передається проводами на великі відстані до споживачів, де перетворюється на тепло, світло, роботу машин і механізмів, електронних пристроїв.

Електромережі складаються з електростанцій різних типів, де виробляється електроенергія, ліній електропередач і споживачів.

Використання енергозберіжувальних технологій зменшує витрати енергії та тепла, витрати на спожиту електроенергію.

За допомогою мережі Інтернет знайдіть електростанції на карті України та визначте, яка з них розташована найближче до вашого населеного пункту.



**Мал. 71.4.** За показаннями електролічильника на початку та наприкінці місяця можна визначити кількість спожитої електроенергії:  
 $745 - 574 = 171 \text{ kWh}$



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Чим зумовлено широке використання електроенергії?
2. Де виробляється електроенергія?
3. Які є типи електростанцій?
4. Як відбувається вимірювання спожитої електроенергії?
5. Чому важливо використання енергозберіжувальних технологій?
6. Назвіть типи електростанцій, що не завдають значної шкоди довкіллю.
- 7\*. Обчисліть вартість спожитої електроенергії за місяць за показниками лічильника на мал. 71.8 за тарифом 1 гривня 68 копійок за 1 kWh. Скільки б домогосподарство витратило за рік, якщо місячне споживання електроенергії та тариф на неї залишалися незмінними?

## § 72. Електричні явища у природі й житті людини



### Поміркуйте

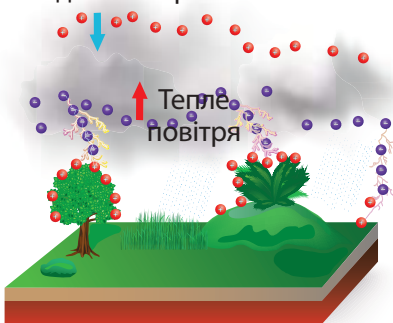
- Чи можна побачити електричний струм?
- Чому серце людини іноді називають «мотором»?



### Пригадайте

Які природні явища відбуваються під час грози?

Холодне повітря



Мал. 72.1. Схема утворення блискавки під час грози



Мал. 72.2. У XIX столітті французький фізик Франсуа Араго описав 30 випадків спостереження кульових блискавок

### Блискавки

Найпоширенішим електричним явищем у природі є блискавки, адже щомиті кілька сотень із них ударає в поверхню Землі. А в гирлі річки Кататумбо (Венесуела) від травня до жовтня блискавки з'являються близько 250 разів за годину!

Коли у хмарі утворюються опади, одночасно відбувається електризація краплин. У різних ділянках хмар вони заряджені різнойменними зарядами. І саме через електричне поле між шарами хмари або між нижньою зарядженою частиною хмари і землею виникають блискавки (мал. 72.1).

Отже, блискавка — це електричний розряд, який виникає між двома хмарами або між хмарою та землею. Середня довжина блискавки перевищує 2 км, а деякі сягають 20 км. Блискавка може бути лінійною (яку ми зазвичай бачимо під час грози) або кулястою (мал. 72.2).

### Як уберегтися від блискавки?

Удома зачиніть всі вікна та двері. Тримайтеся подалі від електроприладів, антен, проводів. Вимкніть мобільний телефон.

На вулиці уникайте металевих парканів, високих дерев, стін, електричних стовпів.

У лісі ховатися під поодиноким високим деревом небезпечно. Дуб, тополя, сосна, ялина — найбільш уразливі для блискавки.

Не бігайте та не плавайте під час грози. Під час прогулянки на велосипеді потрібно зупинитися.

### Вогні святого Ельма

Іноді під час грози електричні розряди з'являються на гострих кінцях високих об'єктів у вигляді різнокольорових вогників. Це природне явище назвали на честь покровителя моряків — святого Ельма, адже частіше за все вогні спостерігали моряки на щоглах кораблів.

Вогні святого Ельма — це природне електричне явище, яке виявляється у вигляді сяйва на гострих



кінцях високих предметів і є ознакою передгрозового стану. Утім вогні можна спостерігати не лише у грозу. Помічали ці вогні й під час вивержень вулканів. А сьогодні такі вогні можна побачити ще й на кінцях крил літаків.

### Підводні електростанції

Деякі морські організми мають органи, які виробляють електрику. Її використовують для захисту від ворогів та для полювання (мал. 72.3). Такими тваринами є електричні скати роду *torpedo*. Назва походить від латинського слова *torpere*, що означає «бути в заціпенінні». Так давні римляни називали морських істот, які можуть паралізувати людину.

Електричні органи ската схожі на невеликі стовпчики, верхня та нижня частини якого мають різні електричні заряди. Вони розташовані в м'язовій тканині. Тварина керує ними за допомогою «вимикача» — ділянки головного мозку.

Електричні вугри також мають «електричні органи», які займають більшу частину їхнього тіла.

### Чи є в людини генератор?

В організмі людини також утворюється електричний струм, який ще називають біострумом. У нашому тілі є й генератори: внутрішні (серце, мозок) і зовнішні (органи чуття).

Серце людини можна порівняти з мотором, завдяки якому працює увесь організм, адже половину біоструму виробляє саме воно. В очах струм виникає у вигляді потоку електронів, що нервами передається до мозку. І саме тому ми бачимо. У внутрішньому вусі під дією звукових хвиль також формуються біоструми. Торкнулися шкіри чимось гарячим — знову виробляються біоструми і спрямовуються до головного мозку на обробку. Отже, біоструми є чинником, що підтримує життя людини.



### Ключова ідея

Блискавки — це електричні розряди, що виникають між хмарами або між хмарою та землею. Блискавки бувають лінійні та кулясті. Деякі морські організми, наприклад, електричні скати, вугри, соми мають органи, які виробляють електроенергію. Електрична енергія, що виробляється людським організмом, отримала назву біоструми.



Мал. 72.3. Електричні скати і вугри — небезпечні хижаки



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які умови необхідні для виникнення блискавки?
2. Чому під час грози небезпечно перебувати під високими об'єктами?
3. Які електричні явища спостерігали моряки під час штормів?
4. Із якою метою скати виробляють електричну енергію?
- 5\*. Чому під час грози потрібно вимикати мобільний телефон?
- 6\*. У разі раптової зупинки серця людини лікарі використовують спеціальний електричний пристрій — дефібрилятор. Його прикладають до серця людини та подають до нього електричний розряд. Із якою метою?

## Компетентнісно орієнтовані завдання до Розділу 2 (частина II)



- 1 Сталеве колесо залізничного вагону заздалегідь розжарюють і насаджують на вісь. Це так звана «гаряча посадка». Чому колесо після охолодження дуже міцно тримається на осі?
- 2 Обчисліть, скільки часу (в секундах) знадобиться промінчику Сонця, щоб потрапити на Землю?
- 3 У романі французького письменника-фантаста Жуль Верна «Навколо Місяця» винахідник Мішель Ардан питає в керівника «Гарматного клубу» Імпі Барбікена, чи можуть жителі Місяця спостерігати сонячні затемнення.  
Що, на вашу думку, відповів Барбікен?
- 4 Декілька років тому науковці зі Швеції пропонували використовувати місячне світло для освітлення вулиць замість ліхтарів. Але для цього було необхідно підсилити його. Науковці запропонували висвітлити окремі ділянки Місяця. Із якою метою, на ваш погляд, потрібно було це зробити?
- 5 За освітлення світлом якого кольору зелений напис на аркуші білого паперу буде майже невидимим? Обґрунтуйте відповідь.
- 6 Чому під час грози грім грому чути пізніше за спалах блискавки?
- 7 Людям із дальтонізмом важко орієнтуватися на перехресті за сигналом світлофора. Подумайте, як можна їм допомогти.
- 8 Під час електризації тертям тіло А набуває позитивного електричного заряду, а тіло Б — негативного. Це свідчить, що:
  - а) обидва тіла втрачають електрони
  - б) тіло А передає певну кількість електронів тілу Б
  - в) обидва тіла отримують додаткові електрони
  - г) тіло Б передає певну кількість електронів тілу А.
- 9 Позитивно заряджене провідне тіло з'єднали металевим дротом із землею. У який бік по дроту будуть рухатися електрони: у бік тіла чи в бік землі? Поясніть свою відповідь.
- 10 Назвіть декілька побутових пристроїв, у яких використовується теплова дія електричного струму. Яка ще дія струму обов'язково буде при цьому здійснюватися?
- 11 Два залізних цвяхи деякий час своїми вістрями торкалися одного полюса магніту. Як будуть взаємодіяти між собою ці цвяхи після віддалення від магніту? За можливості перевірте себе на досліді.
- 12 Із додаткових джерел інформації дізнайтеся, чому на сучасних суднах не використовують магнітні компаси?





## Робота в групах

**13** Уявіть, що ви працюєте в Державній службі України з надзвичайних ситуацій. Підготуйте повідомлення для 5 класів щодо правил поведінки під час пожежі (на вибір: у приміщенні школи, у квартирі, у лісі). Повідомлення можна оформити у вигляді презентації, листівки, невеличкого відео, інфографіки тощо.

**14** Об'єднайтеся в групи. Підготуйте відповіді на запитання:

- чи насправді мушля передає шум моря?
- чи насправді кріт сліпий?

Презентуйте свої відповіді та порівняйте результати роботи.

**15** Театр тіней виник у Стародавній Індії та Китаї понад 1700 років тому. За легендою, боги, мандруючи Землею, побачили у віконці майстерні гарних ляльок і вирішили з ними погратися. Фігурки, мов живі, закружляли в танці, відкидаючи химерні тіні на стіні.

У парах чи малих групах відтворіть на стіні фігурки деяких тварин. За можливості розіграйте цікаву сценку.



## Дослідження

**16** Разом із дорослими проведіть дослідження.

Треба визначити добовий обсяг спожитої електроенергії протягом тижня. Для цього записуйте покази домашнього електролічильника в один і той самий час доби, починаючи, наприклад, з понеділка й до наступного понеділка. Обчисліть витрачену електроенергію домашніми побутовими електроприладами за кожну добу тижня. За результатами зробіть висновок.

**17** Виконайте дослідження (за можливості) за допомогою дорослих.

За допомогою смартфона зі встановленим додатком «Люк-метр» визначте освітленість свого робочого місця у школі та вдома.

## МИ ЗАЇНУРЮЄМОСЯ У СВІТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК



- Назвіть 3 факти, які ви дізналися з розділу.
- Наскільки важливим є ті завдання, які ви виконали?
- Де ви зможете використати знання з вивченого розділу?
- Під час вивченого матеріалу ви досягли певних успіхів. Що ви робили для цього?
- Де вам знадобиться новий досвід?
- Із якими перешкодами ви зіткнулися під час опанування розділу? Як ви подолали труднощі?

# Розділ 3. Досліджуємо обмін і перетворення енергії і речовин

## § 73. ВИДИ і джерела енергії. Перетворення енергії в живій і неживій природі



### Поміркуйте

До якого виду енергії належать продукти харчування?



### Пригадайте

- Які види енергії ви знаєте?
- Які джерела енергії належать до відновлюваних, а які — до невідновлюваних?

### Види енергії



### Види та джерела енергії

Ви вже знаєте, що енергія буває механічна, тепла, електрична, атомна, світлова й звукова. А ще існує хімічна енергія, про яку ви дізнаєтеся в цьому параграфі.

Отримувати енергію ми можемо з різних джерел (мал. 73. 2). Розрізняють джерела відновлювані й невідновлювані. Процес отримання енергії може шкодити довкіллю або бути екологічно чистим.

### Перетворення енергії у живій та неживій природі

Усі процеси в природі відбуваються з перетворенням одного виду енергії на інший.

Рослини для росту використовують енергію Сонця. Вони накопичують її у стеблах і плодах у вигляді різних речовин. Травоїдні комахи й тварини, які харчуються рослинами, використовують цю енергію для своєї життєдіяльності. На травоїдних тварин полюють хижаки. Рештки відмерлих рослин і тварин розкладаються мікроорганізмами і повертаються в ґрунт як поживні речовини (мал. 73.3 і 73.4). Енергія, яка накопичується в речовинах, називається хімічною.



Мал. 73.2. Джерела енергії





**Мал. 73.3.** Перетворення енергії у природі

Перетворення різних видів енергії відбувається також і в техніці (мал. 73.5).



**Мал. 73.4.** Розподіл енергії Сонця у природі



**Мал. 73.5.** Приклади перетворення енергії

### Дізнайтеся більше

Відновлюваним та екологічно чистим джерелом енергії є газ водень ( $H_2$ ). Його використовують як паливе для автомобільних двигунів. Викидами у транспортних засобах, що працюють на водні, є водяна пара. Вона не шкодить навколишньому середовищу.



Водень — це екологічно чисте паливе для автомобілів



### Ключова ідея

Енергія буває механічна, тепла, електрична, атомна, світлова, звукова, хімічна. Усі процеси в живій і неживій природі відбуваються з перетвореннями одного виду енергії на інший.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Для чого потрібна енергія рослинам і тваринам?
2. Звідки рослини і тварини беруть енергію, необхідну для життєдіяльності?
3. Як називається енергія, яка накопичується речовинами?
4. Поясніть, для чого людство використовує різні види енергії.
5. Наведіть 3–5 прикладів перетворення одного виду енергії на інший.
- 6\*. Які джерела енергії ми використовуємо в побуті?

## § 74. Закон збереження і перетворення енергії



### Поміркуйте

Ви багато разів бачили, як прасують одяг. Чи вся теплова енергія від праски передається випрасуванним речам?

### Пригадайте

- Наведіть приклади джерел світлової, теплової та звукової енергії.
- Як у природі відбувається колообіг води?
- Яку енергію називають хімічною?
- Без якого виду енергії ми можемо обійтися?

### Збереження енергії

Навколо нас щоденно відбувається величезна кількість різноманітних явищ і процесів. Усі вони пов'язані з перетворенням енергії. Відсутня енергія — відсутнє явище! А без цього неможливе життя.

Усі види енергії мають загальну властивість: енергія нізвідки не виникає й нікуди не зникає, вона лише перетворюється з одного виду на інший або переходить від одного тіла до іншого. Це твердження називають *законом збереження та перетворення енергії*.

Перетворення енергії можна порівняти з колообігом води. Ви знаєте, що її загальна кількість на нашій планеті залишається майже незмінною. Якщо нагріти 100 грамів льоду, то отримаємо 100 грамів води. А кип'ятінням цієї води отримаємо 100 грамів водяної пари. Як бачимо, під час зміни агрегатного стану маса води не змінюється. Так само відбувається і з енергією: які б перетворення з нею не відбулися, кількість енергії у світі залишається незмінною.

### Перетворення енергії

На малюнку 74.1 показано, як енергія руху води перетворюється на електричну енергію.



### Дослід

Разом із дорослими проведіть експеримент: у посудину з гарячою водою опустіть металеву ложку або виделку. Як зміниться її температура? З яким явищем це пов'язано?



Мал. 74.1. Перетворення енергії руху води на електричну енергію



**Мал. 74.2.** Перетворення енергії спалювання вугілля на електричну

На малюнку 74.2 показано ще один ланцюг перетворення енергії: енергія викопного палива (вугілля) → теплова енергія → механічна енергія → електрична, яку ми споживаємо.

А коли електрична енергія дістанетися заводів і наших осель, то вона знов перетвориться:

- на механічну енергію роботи приладів і механізмів,
- світлову, коли ми вмикаємо світло;
- теплову, коли ми ввімкнемо електричні обігрівачі;
- звукову, коли ми слухаємо музику з музичних центрів.

У процесі використання енергії відбуваються її «втрати» — певна кількість енергії йде не на користь для нас дію, а перетворюється на інший вид або переходить до іншого тіла.

Наприклад, навіть у найкращому термосі гарячий напій через певний час стає холодним (мал. 74.3). Це теплова енергія від напою перейшла в навколишнє середовище (обігріла повітря навколо термоса).

Деяких втрат енергії уникнути неможливо, а якісь можна значно зменшити. Приміром, утеплюючи стіни будинку, можна значно зменшити втрати теплової енергії та зекономити на оплаті комунальних послуг (мал. 74.5).

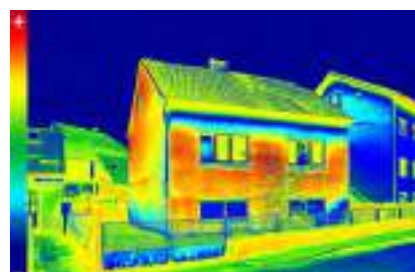


### Ключова ідея

Енергія нізвідки не виникає й нікуди не зникає, вона лише перетворюється з одного виду на інший або переходить від одного тіла до іншого. Під час цих процесів можливі втрати енергії.



**Мал. 74.3.** Термос зберігає тепло впродовж певного часу



**Мал. 74.5.** Застосовуючи спеціальні прилади, можна «побачити» витоки тепла з неутепленої будівлі



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Сформулюйте закон збереження енергії.
2. Чи вся енергія повністю передається від одного тіла до іншого?
3. Чому відбуваються втрати енергії? Поясніть на прикладі роботи термоса.
4. Яким чином можна зменшити або збільшити втрати теплової енергії?
5. Як із часом змінюється кількість енергії у світі?
- 6\*. Чим можна замінити термос або сумку-холодильник у поході?

## § 75. Коефіцієнт корисної дії



### **Поміркуйте**

Ви підняли відро води з колодязя. Чи буде дорівнювати збільшення потенціальної енергії води виконаній роботі?

### **Пригадайте**

- Які прості механізми ви знаєте?
- Що таке робота?
- Від чого залежить робота?
- Як змінюється енергія тіла, що виконує роботу? над яким виконується робота?
- Сформулюйте закон збереження та перетворення енергії.

### **Корисна та повна роботи**

Для того, щоб виконувати роботу було легше, використовують прості механізми. Вони дають або вигреш у силі, або змінюють напрямок дії сили на зручній (мал. 75.1).

Під час підйому важких тіл за допомогою простих механізмів людина виконує певну роботу. Ця робота отримала назву **повна робота**. Під час виконання роботи над тілом його енергія зростає: у вантажа, що піднімають над землею, зростає потенціальна енергія. Збільшення енергії переміщеного тіла отримала назву **корисна робота**.

### **«Золоте правило» механіки**

Яким є співвідношення між повною та корисною роботою? Корисна робота не може бути більшою за повну — це «забороняє» закон збереження та перетворення енергії.

Це — **«золоте правило» механіки**: жодний простий механізм не дає виграшу в роботі. У скільки разів ми виграємо в силі, у стільки ж разів ми програємо у відстані (мал. 75.2).

### **Програш у роботі**

На практиці **корисна робота завжди менша** за повну: програшу в роботі позбутися неможливо. І причина цього — той самий закон збереження та перетворення енергії. Чому?

По-перше, під час використання простого механізму неможливо повністю усунути тертя ковзання або кочення. А внаслідок такого тертя, як ми вже знаємо, механічна енергія завжди зменшується, перетворюючись на тепло. Пересування важких ящиків шорсткою поверхнею спричиняє нагрівання їхньої нижньої поверхні (мал. 75.3).

По-друге, самі механізми або їхні частини мають певну масу, тому під час їх піднімання доводиться виконувати «додаткову» роботу, яка стає ще однією з причин «програшу в роботі». Коли ми піднімаємо вантаж за допомогою, наприклад, блока, то ми також піднімаємо тару, у якій цей вантаж міститься.



**Мал. 75.1.** Важіль та похила площина дають вигреш у силі, а блок дозволяє змінити напрямок дії сили на зручній



## Коефіцієнт корисної дії

Кожний простий механізм має особливу характеристику його ефективності — коефіцієнт корисної дії (скорочено ККД).

Коефіцієнт корисної дії визначають як відношення корисної роботи до повної:

$$ККД = \frac{\text{корисна робота}}{\text{повна робота}}$$

Розгляньмо на прикладі, як обчислити ККД простого механізму.

Припустімо, що під час підйому за допомогою важеля важкого ящика чверть виконаної вантажником повної роботи було втрачено. Яким є ККД цього важеля?

Оскільки втрачено чверть повної роботи, то три чверті її перетворюються на корисну роботу. Тому ККД важеля дорівнює три чверті:

$$ККД = \frac{3}{4}$$

## Дізнайтеся більше

Людство здавна хотіло створити машину, яка після запуску працювала б постійно й не вимагала додаткової енергії. У науці ця машина отримала назву вічний двигун, що латиною звучить *perpetuum mobile* («перпетум мобіле»).

За всю історію науки було запропоновано сотні конструкцій вічного двигуна.

Але, незважаючи на всі зусилля, нічого не вийшло: жодний вічний двигун так і не запрацював. У чому проблема?

Усе пояснюється законом збереження та перетворення енергії. Не може працювати машина, беручи енергію нізвідки. Тому створити вічний двигун неможливо.



### Ключова ідея

Під час використання простих механізмів неможливо отримати виграш у роботі — це «золоте правило» механіки.

У реальних механізмах корисна робота менша за повну.

Ефективність простих механізмів характеризується коефіцієнтом корисної дії (ККД).



**Мал. 75.2.** На правий кінець важеля діє сила, менша за вагу вантажу. Але під час підйому вантажу правий кінець пройде більший шлях, ніж лівий



**Мал. 75.3.** Через тертя об поверхню похилої площини частина механічної енергії перетворюється на тепло



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке повна робота?
2. Що таке корисна робота?
3. Сформулюйте «золоте правило» механіки.
4. Чому в реальних механізмах корисна робота завжди менша за повну?
5. Як називається характеристика ефективності простого механізму?
6. Як можна отримати числове значення цієї величини?
- 7\*. У Львівській області є руїни середньовічного кам'яного міста-фортеці Тустань. Поміркуйте, які прості механізми могли використовувати його будівники та мешканці для полегшення своєї праці.

## § 76. Перетворення речовин, супроводжувані виділенням / поглинанням тепла і світла



### **Поміркуйте**

Багато хто любить посидіти біля багаття, відчутти його тепло та помилуватися язиками полум'я. А що відбувається в цей момент в самому багатті?

### **Пригадайте**

- У чому суть закону збереження та перетворення енергії?
- Наведіть приклади перетворення електричної енергії на теплову, механічну і світлову.
- Із чого складаються молекули?



Плавлення льоду



Горіння деревини

**Мал. 76.1.** Поглинання та виділення енергії у вигляді тепла



**Мал. 76.2.** Горіння — процес перетворення речовин із виділенням тепла і світла

### **Перетворення речовин**

Життя на нашій планеті можна порівняти зі складним процесом перетворення одних речовин на інші. Усі організми поглинають із навколишнього середовища одні речовини і виділяють інші. Саме тому вивчення життєдіяльності організмів і природи загалом неможливе без вивчення процесів, що в них відбуваються.

Кожен рух тварини і людини, ріст рослини тощо залежить від складних хімічних перетворень. І навіть після закінчення життя цей процес не припиняється.

Перетворення певних речовин та деякі інші явища можуть супроводжуватися виділенням або поглинанням енергії у вигляді тепла і світла (мал. 76.1).

Розгляньмо їх докладніше.

### **Виділення тепла та світла**

У полум'ї вогнища одні речовини перетворюються на інші. Процес горіння відбувається з виділенням світла, яке ми спостерігаємо, і тепла, яке ми відчуваємо (мал. 76.2).

До реакцій з одночасним виділенням тепла і світла також належить горіння бенгальського вогню. А під час реакцій, що відбуваються на Сонці, вивільняються гігантські кількості тепла й світла.



Ядерні реакції



Розчинення води в кислоті

**Тепло виділяється активно**



Іржавіння заліза



Замерзання води (утворення льоду)



Гниття

**Тепло виділяється повільно**

**Мал. 76.3.** Процеси, що відбуваються з виділенням тепла



Але існують і такі перетворення речовин та явища, у яких виділяється лише тепло. Це — гниття рослинних решток, іржавіння заліза, ядерні реакції, замерзання води, розчинення води в кислоті, гасіння негашеного вапна на будівництві. Ці процеси дуже відрізняються за швидкістю і за кількістю утвореного тепла: під час іржавіння заліза тепло виділяється дуже повільно і в незначній кількості, а в ядерних реакціях — надзвичайно швидко й у величезній кількості (мал. 76.3).

### Поглинання тепла та світла

Найважливішим для всього живого на Землі процесом перетворення речовин із поглинанням світла є фотосинтез. Без сонячного світла процес фотосинтезу не буде відбуватися. Детально із цим процесом ми ознайомимося далі.

Існують такі перетворення речовин, де світло зовсім не потрібне. А от без тепла вони відбуватися не можуть (мал. 76.4).

Наприклад, ми не приготуємо картоплю, просто залити її холодною водою. Необхідно не лише нагріти воду з картоплею до кипіння, а й підтримувати кипіння води до готовності. Випаровування води також потребує великої кількості тепла. Процес потовиділення допомагає знизити температуру тіла й запобігає перегріванню організму.

### Дізнайтеся більше

Білий фосфор на повітрі одразу починає взаємодіяти з киснем. Під час цієї реакції виділяється світло, тому фосфор світиться в темряві. Саме цю властивість описав шотландський письменник Артур Конан Дойл у відомому детективному романі «Собака Баскервілів».



### Ключова ідея

Перетворення речовин та деякі явища супроводжуються виділенням або поглинанням енергії у вигляді світла й тепла.



### Дослід

У сонячний день поставте на підвіконня, яке добре нагрівається, дві однакові склянки: одну порожню, а іншу — з водою. Через 1–3 години (поки на підвіконня потрапляють сонячні промені) порівняйте на дотик температуру склянок. Яка речовина здатна поглинати тепло?



Приготування їжі



Випаровування води, потіння

**Мал. 76.4.** Процеси, що відбуваються з поглинанням тепла



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які процеси перетворення речовин відбуваються з поглинанням тепла?
2. Які процеси відбуваються з виділенням світла?
3. Що відбувається з теплом у процесі приготування їжі?
- 4\*. Як людина використовує процеси перетворення речовин, що супроводжуються виділенням / поглинанням тепла і світла?
- 5\*. Чому у спеку потрібно пити багато води?

## § 77. Поняття про реакції окиснення і горіння



### **Поміркуйте**

Що спільного між іржавінням заліза й утворенням попелу?

### **Пригадайте**

- Як відбувається перетворення хімічної енергії на теплову?
- Як відбувається перетворення хімічної енергії на світлову?
- Які види енергії утворюються під час горіння дров?



**Мал. 77.1.** Горіння без кисню неможливе



**Мал. 77.2.** Складати сіно в копиці можна лише після повного висихання, бо сире сіно під час окиснення може гнити й псуватися

### **Горіння**

Якщо під час взаємодії речовин із киснем виділяється тепло і світло, то такий процес називають **горінням**.

Необхідною умовою горіння є наявність кисню. Переконайтесь у цьому можна, провівши простий дослід. Запаліть невисоку свічку, зачекайте, доки вона розгориться, і накрийте її скляною посудиною. Через певний час свічка загасне, оскільки під посудиною закінчиться кисень й утвориться вуглекислий газ, який не підтримує горіння (мал. 77.1).

### **Окиснення**

Не всі взаємодії речовин із киснем є горінням. Багато з них відбуваються повільно за звичайної температури. До таких процесів належать явища тління, гниття і дихання.

**Реакції речовин із киснем називають окисненням.** Кажуть, що речовина окиснюється.

Під час окиснення речовин виділяється така сама кількість тепла, як і під час їх горіння. Однак у повільному процесі тепло, що виділяється, встигає розсіятися в навколишньому середовищі. Саме тому речовина, яка гниє, дуже не розігрівається. Але якщо тривалий час тепло не відводиться, як, наприклад, у великих купах сіна, то температура може суттєво підвищитися. Саме цим можна пояснити нагрівання, а згодом і псування недосушеного сіна в копицях або сирого зерна (мал. 77.2). У теплицях часто розкидають гній, який повільно окиснюється і нагріває ґрунт (мал. 77.3).

Процеси тління і гниття мають велике значення в природі, оскільки під час них усі залишки рослинних і тваринних організмів перетворюються на неорганічні сполуки, зокрема вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , воду  $\text{H}_2\text{O}$  й азот  $\text{N}_2$ .

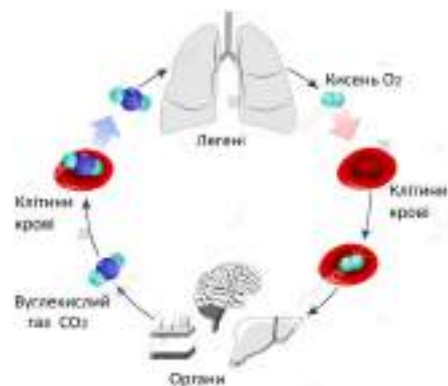
### **Дихання**

Повільне окиснення є основою надзвичайно важливого життєвого процесу — дихання. Під час





**Мал. 77.3.** Окиснення гною нагріває грунт для кращого росту рослин



**Мал. 77.4.** Під час дихання людина вдиhaє кисень, а видихає вуглекислий газ

дихання кисень повітря через легені потрапляє в кров і розноситься по всьому організму. Там відбувається окиснення поживних речовин, а вуглекислий газ, що при цьому утворюється, потрапляє з кров'ю до легень і видихається назовні. Під час повільного окиснення поживних речовин в організмі виділяється тепло, яке й забезпечує нормальну життєдіяльність і температуру в ньому (мал. 77.4).



### Робота в парях

Об'єднайтеся в пари та по черзі виконайте вправи для вентиляції легень.

1. Станьте прямо, ноги на ширині плечей, стопи паралельно одна одній. Зробіть вдих і нахиліться уперед, витягнувши руки. Поверніться в початкове положення, опустіть руки та зробіть видих носом.
2. Повторіть попередню вправу, але, вдихаючи одночасно з нахилом, розведіть руки в боки, а опускаючи, зробіть видих, вимовляючи звук [ш].
3. Повторіть попередню вправу, але вдих зробіть під час нахилу, тримаючи руки на поясі. Розгинаючись, вимовляйте звук [ф].



### Ключова ідея

Горіння — це реакція окиснення, яка проходить дуже швидко і супроводжується виділенням тепла й світла.

Взаємодію речовин із киснем, що відбувається без виділення світла, а лише з виділенням тепла (теплової енергії), називають окисненням. Воно відбувається повільно і впродовж тривалого часу.

### Взаємодія речовин із киснем

#### Горіння

Відбувається з виділенням світла і великої кількості тепла (супроводжується полум'ям)

#### Повільне окиснення: тління, гниття, дихання

Відбувається без виділення світла і великої кількості тепла (без утворення полум'я)



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Чим відрізняються процеси окиснення та горіння?
2. Яка газоподібна речовина необхідна для дихання?
3. Яку газоподібну речовину ми видихаємо?
4. Яка користь від горіння та окиснення?
5. Яку шкодуносять процеси окиснення та горіння?
- 6\*. Як можна запобігти іржавині залізних деталей?

## § 78. Джерела енергії для організмів. Основні складники їжі: білки, жири, вуглеводи. Харчові продукти



### **Поміркуйте**

Для чого людині потрібна їжа? Які перетворення з нею відбуваються в нашому організмі?

### **Пригадайте**

- Що називають хімічною енергією?
- На які види енергії може перетворюватись хімічна енергія?
- Які речовини утворюються під час фотосинтезу?

### **Потреби організму**

Організму людини для росту й розвитку необхідна енергія. Отримати енергію ми можемо з їжі. Тому їжа має містити необхідну кількість поживних речовин, насамперед білків, жирів і вуглеводів. У процесі травлення ці речовини беруть участь у великій кількості складних процесів (обміні речовин), основні з яких наведено на малюнку 78.1.

### **Білки**

Білки є «будівельним матеріалом» для нашого організму. Вони містяться у складі м'язів, кісток, шкіри, волосся, нігтів. Також білки виконують важливі функції в організмі й беруть участь у процесах обміну речовин. Білки є майже в усіх харчових продуктах, але їхній уміст може суттєво відрізнятися (мал. 78.2).

За походженням розрізняють білки тваринні (у м'ясі, рибі, молочних продуктах тощо) та рослинні (у плодах бобових, насінні, горіхах, крупах тощо).

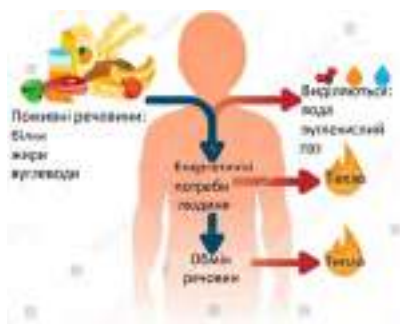
### **Жири**

Жири є джерелом енергії для нашого організму. Вони забезпечують запас необхідних речовин. Підшкірний жировий шар захищає організм людини від механічних ушкоджень і допомагає зберігати тепло.

Жири тваринного походження є переважно твердими (сало, масло). Жири рослинного походження зазвичай рідкі, до них застосовують назву «олія» (лляна, соняшникова, оливкова тощо).

Без жирів не можуть засвоюватися ті вітаміни, що не розчиняються у воді. Це, зокрема, вітамін А, який є важливим для нашого зору. Багато його в моркві, тому для кращого його засвоєння у страві із цим овочем додають олію, вершкове масло, вершки або сметану.

Жири бувають не лише корисними (горіхи, олії, риба, авокадо тощо), а й шкідливими (жирне м'ясо,



**Мал. 78.1.** Перетворення речовин в організмі людини

Броколі - 1 г	Молоко - 3 г	Гречки - 4 г
Яйця - 13 г	Саломо - 17 г	Мигдаль - 17 г
Курятина - 20 г	Боби - 22 г	Сир - 25 г

**Мал. 78.2.** Орієнтовний уміст білків у 100 грамах різних продуктів



морозиво, солодкі вершки тощо). Тому перевагу слід надавати саме корисним жирам.

## Вуглеводи

Головна функція вуглеводів — забезпечення організму людини енергією. Вуглеводи перетравлюються й розщеплюються на речовини, які живлять усі клітини тіла. Тому вуглеводи можна назвати «пальним» для нашого організму.

Вуглеводи бувають простими та складними. Прості вуглеводи містять невелику кількість харчових волокон, вони швидко засвоюються організмом (шоколад, цукерки, солодкі напої, печиво тощо). Їх енергія швидко витрачається, й людина знов відчуває голод. Складні вуглеводи засвоюються повільно і забезпечують поступове надходження енергії. Тому корисніше вживати саме складні вуглеводи (овочі, фрукти, каші, цільнозерновий хліб тощо).

### Дізнайтеся більше

Клітковина — це рослинні волокна, які містяться у фруктах й овочах. У волокон клітковини груба текстура, тому вони довго перетравлюються, і людина відчуває насичення впродовж тривалого часу. Клітковина «допомагає» кишківнику працювати в правильному ритмі, що запобігає виникненню захворювань шлунково-кишкового тракту.



Капуста

Гарбуз

Бобові



Гриби

Цитрусові

Ягоди

Продукти харчування, що містять багато клітковини



### Дослідження

Проаналізуйте упаковку двох будь-яких продуктів харчування. Визначте вміст білків, жирів, вуглеводів. Порівняйте їхню енергетичну цінність. Зробіть висновок про те, з якого продукту ваш організм отримує більше енергії.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Звідки наш організм бере енергію?
2. Назвіть основні речовини, з яких складається їжа.
3. Яка роль білків в організмі?
4. Які речовини є «паливом» для нашого організму?
5. Наявність яких речовин забезпечує захист організму від втрати тепла?
- 6\*. Проаналізуйте упаковку своїх улюблених ласощів. Чого найбільше в них: жирів, білків чи вуглеводів?
- 7\*. Прочитайте слова та запишіть їх переклад з англійської мови.

Bacon, beef, chicken, liver, butter, eggs, milk, blackcurrant, baguette, lemon, orange, yeast, rice, carrot, peanuts, potatoes, fish.

Які вітаміни можна отримати, споживаючи ці продукти? Назвіть інші компоненти їжі, що містяться в цих продуктах. Поясніть їхнє значення для людини.



### Ключова ідея

Їжа забезпечує наш організм енергією. Вона має містити достатню кількість білків, жирів і вуглеводів. Ці речовини необхідні для нормального росту та розвитку організму.

## § 79. БУДОВА ОРГАНІЗМУ РОСЛИНИ



### Поміркуйте

Чому корінь рослин порівнюють із насосом? Якими органами дихає рослина?

### Пригадайте

Що таке органи?



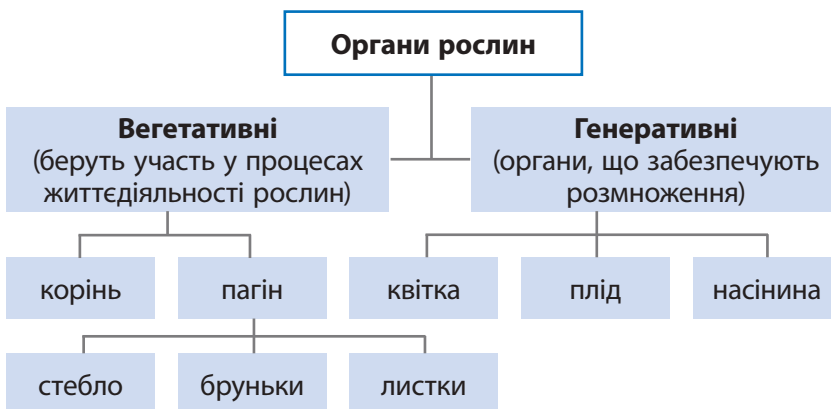
Мал. 79.1. Будова рослини

### Частини та органи рослин

Ви вже знаєте, що в природі існує багато видів рослин. Усі вони різні — дерева, кущі, трави з ягодами та квітками.

Спільним в усіх рослин є те, що вони мають схожу будову: складаються з частин, які називаються **органами**. Кожний орган має свою назву, певну форму й будову, а також виконує одну або кілька функцій.

Органи рослин подано у схемі та на малюнку 79.1.



### Навіщо рослині потрібні корені, стебло та листки?

**Корінь** — найперший орган, який з'являється з насінини. Він укріплює рослину в ґрунті, «напуває» її водою, «годує» мінеральними речовинами. Корені в рослин дуже різноманітні (мал. 79.2).

**Стебло** — це «хребет» рослини, воно з'єднує корінь і листя. У стеблі є тоненькі волокна, якими транспортуються поживні речовини й вода до всіх інших органів рослини.

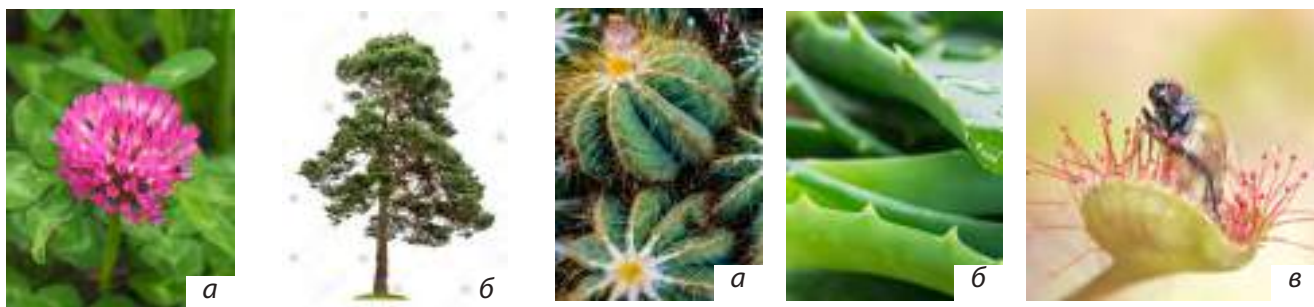
Стебла рослин дуже різноманітні: трав'янисті, дерев'янисті, чіпкі, виткі тощо (мал. 79.3).

**Листки** є «фабрикою» з виробництва поживних речовин, яка працює на сонячній енергії.

Листки дуже чутливі до нестачі води і першими сигналізують, що рослину потрібно полити й підживити.



Мал. 79.2. Різновиди коренів рослин: а — бульби картоплі; б — коренеплід моркви; в — опорні корені кукурудзи та фікуса-баньяна



**Мал. 79.3.** Різновиди стебел рослин: *а* — трав'янисте стебло конюшини; *б* — дерев'янисте стебло сосни

**Мал. 79.4.** У кактуса (*а*) листки перетворилися на колючки, аби зменшити випаровування води; листки алое (*б*) накопичують воду; листки росички (*в*) допомагають ловити комах

Восени рослини починають скидати листя. Без листя рослинам легше пережити сувору зиму.

Листки допомагають рослині пристосуватися до навколишнього середовища — накопичують воду, захищають від випаровування води тощо (мал. 79.4).

### Квітки, плоди, насіння

**Квітка** — найкрасивіша частина рослини, вона є органом розмноження багатьох рослин. Не буде квіток — не буде й насінини, а не буде насінини — не буде й рослини. Кожна квітка унікальна за кольором, формою, ароматом. Так вони приваблюють комах, які переносять пилок між рослинами, завдяки чому рослини розмножуються. А незабаром на місці квіток з'являться плоди з насінинами.

Можливо, вам доводилось відчіпляти від одягу реп'яхи лопуха. Або бачити пух тополі, який літає в повітрі, наче сніг. Чи куштувати смачні й поживні ядра горіха. Усе це справжні дари природи — **плоди**. Вони захищають насінину, поки вона не проросте.

**Насінина** — це орган розмноження рослини. Проросла насінина дає життя новій рослині. Саме з неї згодом розвинуться корінь, стебло, листки, квітки, плоди і нові насінини.



### Ключова ідея

Орган рослини — це частина організму, яка має певну будову та виконує певні функції. Органами рослин є: корінь, стебло, листок, квітка, плід, насінина. Люди використовують у їжу різні частини рослин.



### Дослідження

Дізнайтеся рецепт грецького салату та проаналізуйте його інгредієнти.

Які частини рослин використовують у цьому салаті? Яку поживну цінність мають ці продукти для людини?



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Які існують органи рослин?
2. Чи є в рослини головний орган? Поясніть відповідь.
- 3\*. Дізнайтеся в додаткових джерелах, яка рослина має найменше стебло.
- 4\*. Які частини рослин уживає людина в їжу?
- 5\*. Разом із дорослими виконайте дослід «Що з'явиться першим: корінь чи стебло?». Для цього потрібно замочити насінину квасолі (або іншу). Через певний час посадіть насінину в прозорий горщик. Спостерігайте за тим, яка частина рослин з'явиться першою. Зробіть висновки.

## § 80. Фотосинтез



### Поміркуйте

- Що таке повітря?
- Звідки береться кисень?
- Чим дихають рослини вдень і вночі?

### Пригадайте

Органи та частини рослин.

### Дослід

Разом із дорослими дослідіть, як рослина виділяє кисень у процесі фотосинтезу.

Кімнатну рослину щільно накрийте скляним ковпаком і залиште її на освітленому місці впродовж доби. Потім поставте під ковпак запалену свічку. Зафіксуйте час, упродовж якого горітиме свічка. Зробіть висновок щодо наявності кисню, який забезпечив процес горіння.



**Мал. 80.1.** Хлоропласти — унікальні структури рослини, що перетворюють сонячне світло на енергію

### Що таке фотосинтез?

Ви знаєте, що під час дихання тварини, зокрема й людина, вдихають кисень і видихають вуглекислий газ. Рослини також дихають! Але в них усе відбувається навпаки: рослини поглинають вуглекислий газ і «видихують» кисень. Саме цим киснем дихаємо ми й інші тварини.

Рослинам, як і іншим живим організмам, також потрібна їжа. Більшість рослин здатні самостійно її «готувати». Вони роблять це за допомогою світла!

Дихання та живлення рослин відбуваються в процесі фотосинтезу.

**Фотосинтез** — це процес утворення органічних речовин за допомогою енергії сонячного світла.

### Як світлова енергія потрапляє в рослини?

Вуглекислий газ із повітря надходить до рослини через невеликі отвори в листках — *продихи*. Вода поглинається корінням і підіймається стеблом до листків. Чи замислювалися ви, чому в більшості рослин листки мають широку й плоску поверхню? Так вони зможуть поглинати більше сонячних променів, які є джерелом енергії для рослин.

Усередині листка є видовжені за формою зелені пластиди — *хлоропласти* (від грецького *хлорос* — зелений). У них міститься речовина зеленого кольору під назвою хлорофіл. Він, немов «антена», уловлює енергію Сонця (мал. 80.1).

Отже, маємо: із повітря надійшов вуглекислий газ, із ґрунту — вода, а хлорофіл «спіймав» сонячне світло. І от розпочинається диво фотосинтезу!

### Світлова й темнова фази фотосинтезу

Процес фотосинтезу надзвичайно складний, у ньому виділяють дві фази: світлову й темнову. Під час цих фаз у листку відбуваються різноманітні біохімічні перетворення (мал. 80.2).

У результаті фотосинтезу утворюються поживні речовини для рослини, зокрема крохмаль. Отже,



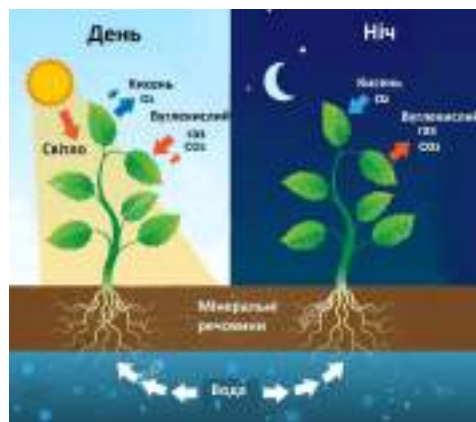
можна сказати, що фотосинтез у рослин «поєднує» процеси травлення і дихання.

Надмірне сонячне світло впродовж літа може пошкодити хлорофіл. Восени фотосинтез уповільнюється, листки починають жовтіти. У них руйнуються зелені хлоропласти. Тому процес вироблення органічних речовин поступово гальмується.

### Значення фотосинтезу

Фотосинтез є одним із найважливіших процесів, що відбуваються в природі. У зелених листках-лабораторіях безперервно йде утворення органічних речовин і кисню. А це — основа існування життя на Землі. Усі живі організми, які дихають і живляться, не змогли би жити без рослин. Навіть появу життя на нашій планеті пов'язують із виникненням процесу фотосинтезу. Адже весь кисень в атмосфері утворився завдяки фотосинтезу.

Там, де багато рослин, повітря дуже чисте й свіже. Тому вкрай важливо дбати про дерева, чагарники, створювати сквери й парки у великих містах.



**Мал. 80.2.** Фотосинтез є одним із найважливіших біологічних процесів утворення органічних речовин у рослин

### Дізнайтеся більше

Щорічно завдяки процесу фотосинтезу в атмосферу надходить 70–120 млрд тонн кисню. На висоті близько 25 км під дією сонячного випромінювання молекули кисню  $O_2$  розпадаються на атоми, з яких утворюються молекули озону  $O_3$ . Шар атмосфери, де утворюється й накопичується озон, називають *озоновим шаром*. Цей шар затримує небезпечне ультрафіолетове випромінювання Сонця.



Озоновий шар — це наша безпека від сонячної радіації



### Ключова ідея

Фотосинтез — це складний процес утворення рослинами органічних речовин. Для цього процесу потрібні: вуглекислий газ, вода, енергія сонячних променів. Фотосинтез складається з двох фаз: світлової і темної.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке фотосинтез?
2. Які частини рослин поглинають енергію Сонця?
3. Чому листя влітку й восени змінює колір?
- 4\*. У додаткових джерелах інформації дізнайтеся про парниковий ефект та про те, до яких наслідків він може призвести.

## § 81. Значення рослин і тварин у харчуванні людини



### Поміркуйте

Чим краще харчуватися: овочами чи м'ясом?

### Пригадайте

- Назвіть овочеві культури, які вирощують у нашій країні.
- Назвіть зернові культури, які вирощують у нашій країні.
- Яких сільськогосподарських тварин вирощують у нашій країні?



**Мал. 81.1.** Людина здавна полювала на інших тварин. Але й часом сама ставала жертвою хижаків



**Мал. 81.2.** Землеробство дозволило людині збагатити свій раціон злаками й овочами

### Людина — представник **всеїдних** тварин

Харчування є основною біологічною потребою живих організмів. Людина — представник тварин. Як і у всіх тварин, наш організм не здатний самостійно утворювати органічні речовини з неорганічних. Тому для функціонування свого тіла людина має отримувати необхідні речовини з їжі.

За будовою травної системи ми відрізняємося і від хижаків, і від трав'яїдних тварин. Людина — всеїдна: ми можемо вживати як рослинну, так і тваринну їжу (мал. 81.1 і 81.2).

### Рослинна складова раціону людини

Ми вживаємо в їжу багато різноманітних рослин: овочі, фрукти, зернові, олійні культури, тощо. Природні та кліматичні умови України дозволяють вирощувати велику кількість овочів і фруктів на відкритому ґрунті.

Овочі, фрукти та зернові культури забезпечують наш організм насамперед вуглеводами. Рослини містять також велику кількість потрібних людині вітамінів (мал. 81.3).

Деякі рослини або їхнє насіння багаті на жири. Жири рослинного походження (олії) дуже корисні. Їх добувають із насіння соняшника, кукурудзи, льону, ріпаку та гарбуза.

Багато рослин вирощують заради спецій, які люди здавна додають у страви. Це кмин, аніс, гірчиця, імбир, кардамон тощо.

### М'ясна складова раціону людини

М'ясо є основним джерелом білків в нашому організмі (мал. 81.4).

Людині, яка не має зайвої ваги і проблем із травленням, потрібно споживання м'ясо 3–5 разів на тиждень, а також чергувати червоне м'ясо з м'ясом птиці. При порушенні обміну речовин м'ясо рекомендують уживати рідше.





**Мал. 81.3.** Рослинна складова раціону людини дуже різноманітна



**Мал. 81.4.** Основні види м'яса в нашому раціоні



**Мал. 81.5.** Морепродукти — джерело необхідних для людини речовин

Окрім м'яса, цінними компонентами їжі є молоко корів, кіз, овець та страви з нього. Важливими в раціоні людини також є яйця сільськогосподарської птиці.

### Морепродукти

Люди, які живуть на узбережжі морів і океанів, уживають у їжу велику кількість морепродуктів: рибу, молюсків (мідій, устриць, кальмарів), ракоподібних (креветки, краби, раки), водорості (морська капуста). У морепродуктах є багато необхідних людині речовин, насамперед білків і жирів (мал. 81.5).

### Раціональне харчування

Потреба кожної людини в поживних речовинах визначається віком, рівнем рухової активності тощо.

Раціональне харчування — це правила, за якими людина в процесі харчування зможе отримувати всі необхідні компоненти.

Важливим також є режим харчування, коли добовий раціон правильно розподілений між прийомами їжі.

У кожного народу є улюблені страви й особливості приготування їжі. Традиції харчування склалися тисячоліттями. У них багато доцільного, вони відповідають національним звичаям, смакам, способу життя, навіть клімату.

### Ключова ідея

Для збалансованого харчування потрібно дотримуватись певних пропорцій у кількості овочів, фруктів, м'яса, молока та яєць у денному та тижневому раціоні. Не можна повністю виключати з раціону основні компоненти їжі без рекомендацій лікаря.

Сьогодні на календарі 20 жовтня. Микита хоче придбати в крамниці йогурт, виготовлений 6 жовтня. На упаковці зазначено, що термін придатності цього продукту 14 днів. Як ви вважаєте, чи варто Микиті купувати йогурт? Чим корисний цей молочний продукт для організму людини?



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Травна система людини схожа до травної системи травоядних чи хижаків?
2. Назвіть олійні культури.
3. Які фрукти вирощують в Україні?
4. Які морепродукти можна порівняти з овочами?
5. Які харчові продукти є основою правильного раціону?
- 6\*. Складіть правильний раціон харчування на 1 день.

## § 82. Обмін речовин та перетворення енергії в живих організмах



### Поміркуйте

- Для чого нам потрібна енергія?
- Чому ми готуємо їжу?

### Пригадайте

- Що таке енергія? Як рослини отримують кисень?
- Які рослини та основні види м'яса є складовою раціону людини?

### Що таке обмін речовин?

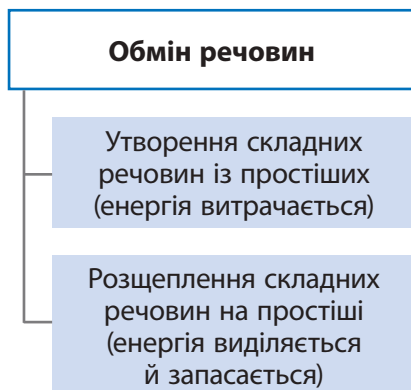
Наш організм — це дуже складний біологічний механізм. У ньому щомиті відбуваються численні процеси, завдяки яким ми живемо. Як і будь-якому іншому механізму, організму людини потрібне «пальне». Їжа, вода та кисень повітря є основними компонентами, які забезпечують усі процеси обміну речовин. **Обмін речовин** — це процеси надходження поживних речовин, їх перетворення на потрібні організму сполуки та виведення залишкових речовин. Разом із процесом обміну речовини відбувається й обмін енергії. Вона може витрачатися організмом або накопичуватися для подальшого використання.

### Обмін речовин і перетворення енергії в рослин

Обмін речовин у рослин відбувається в процесі фотосинтезу, який ви вже розглянули в § 80. Рослини використовують енергію світла, щоби з води та вуглекислого газу утворити органічні речовини (див. мал. 80.2). Завдяки процесу фотосинтезу рослини можуть запасати енергію сонячного світла й за потреби її використовувати. Енергія потрібна рослинам, наприклад, для всмоктування води коренем, розкривання й закривання пелюсток квіток, проростання насінини тощо.

### Обмін речовин і перетворення енергії у тварин

Тварини, зокрема людина, ведуть активний спосіб життя, а отже їм потрібна чимала кількість енергії. Джерелом речовин та енергії для тварин є органічні речовини: білки, жири, вуглеводи, що містяться в їжі. В органах травлення ці складні речовини перетворюються на простіші. Вони є будівельним матеріалом для клітин організму тварин. Це дозволяє рости й розвиватися.



#### До організму надходять:

- Білки
- Жири
- Вуглеводи
- Вітаміни
- Вода
- Кисень
- Мінеральні речовини



#### З організму виводяться:

- Продукти обміну
- Вода
- Вуглекислий газ
- Тепло

**Мал. 82.1.** Організм людини здійснює обмін речовин із навколишнім середовищем

### Енергетичні потреби людини

Ваш організм постійно росте й розвивається, а отже потребує чималої кількості енергії. Ви знаєте,



### Відповідність калорійності деяких продуктів фізичному навантаженню

Їжа	Фізична активність			
	Біг (8 км/год)	Їзда на велосипеді (12 км/год)	Плавання	Фітнес (вправи середньої інтенсивності)
 Чизбургер	28 хвилин	20 хвилин	22 хвилини	53 хвилини
 Пачка чипсів (85 грамів)	43 хвилини	29 хвилин	33 хвилини	78 хвилин
 Снікерс	50 хвилин	34 хвилини	37 хвилин	91 хвилина
 Біла-кола (1 л)	41 хвилина	28 хвилин	30 хвилин	74 хвилини



У додаткових джерелах знайдіть інформацію про порушення обміну речовин у людини, що пов'язані з неправильним харчуванням. Підготуйте повідомлення або презентацію, як можна запобігти таким порушенням.

що наш організм (як і організм інших тварин) не здатний утворювати органічні речовини з неорганічних. Тому нам необхідна їжа, щоб із неї отримати ті самі поживні речовини (мал. 82.1).

На витрату енергії впливає спосіб життя людини. Так, на розумову діяльність витрачається менша кількість енергії, ніж на фізичну працю. Також на витрату енергії впливають стать, вік, маса тіла людини, температура середовища тощо. Тому зрозуміло, що кількість одержаної енергії (їжі) має відповідати витратам. Якщо ми знаємо свої енерговитрати, то можна визначити, скільки необхідно з'їсти, щоб відновити витрачену енергію. Під час формування добового раціону їжі необхідно враховувати енергетичну цінність харчових продуктів. Перегляньте в таблиці 1 відповідність енергетичної цінності деяких продуктів фізичному навантаженню.



#### Ключова ідея

Процеси перетворення речовин в організмі називають обміном речовин. Із використанням енергії Сонця рослини самостійно виробляють органічні речовини. Із їжею тварини, зокрема людина, одержує поживні речовини та енергію.



#### Запитання для повторення й засвоєння

1. Що таке обмін речовин? Які особливості обміну речовин у рослин і тварин?
- 2\*. З'ясуйте, чому витрати енергії за однаковий час в однієї людини є різними.
- 3\*. Відомо, що досвідчені мандрівники обов'язково беруть у дорогу шоколад. Чому, на вашу думку? Чи варто його брати спекотним літом?
- 4\*. Уявіть, що ви відправляєтеся в подорож. Які харчові продукти покладете в наплічник? Обґрунтуйте свій вибір.

## § 83. Енергетичні проблеми в Україні і світі та способи їх розв'язання



### Поміркуйте

Нафта і газ — найважливіші джерела енергії у світі. Які переваги й недоліки використання цих речовин в енергетиці?

### Пригадайте

- Які ресурси належать до відновлюваних?
- Які ресурси належать до невідновлюваних?
- У чому перевага альтернативних джерел енергії?



**Мал. 83.1.** Повторне використання сировини зберігає природні ресурси і зменшує витрати енергії

### Енергетичні проблеми

Сьогодні споживання енергії безперервно зростає. Стрімко зменшуються запаси паливних корисних копалин. Заради деревини люди вирубують ліси, які не встигають відновлюватися. Уже зараз не вистачає сировини для певних галузей. Людство підійшло до межі, коли наше виживання потребує докорінних змін у споживанні природних ресурсів.

### Чи можна вирішити енергетичну проблему?

Багато країн у світі вже давно сортують сміття і цим зменшують потребу в новій сировині для виробництва товарів. До того ж на переробку вторинної сировини витрачається менше енергії. Так, виготовляти новий папір із макулатури легше й швидше, ніж із деревини (мал. 83.1).

У попередніх параграфах ми розглянули різні види відновлюваних джерел електричної енергії, які допомагають у вирішенні енергетичної проблеми. Зокрема, це будівництво сонячних, вітрових, геотермальних електростанцій.

У деяких країнах почали добувати біогаз із харчових відходів. Так можна зменшити споживання природного газу, який належить до невідновлюваних ресурсів (мал. 83.2).

В Україні сьогодні переважає так звана «лінійна економіка», коли після виробництва залишається





**Мал. 83.2.** Переробка харчових відходів — альтернативне джерело газу



**Мал. 83.3.** <sup>а</sup> Циркулярна економіка, на відміну від лінійної, <sup>б</sup> значно зменшує кількість відходів

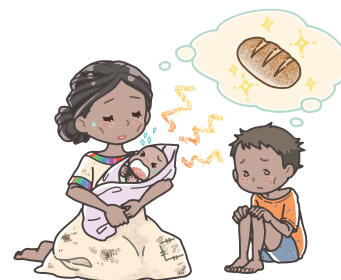


велика кількість різних відходів (мал. 83.3а). Проте значно кращою, з точки зору економії енергії та сировини, є так звана циркулярна економіка, коли відходи переробляються (мал. 83.3б).

### Продовольча проблема

Окрім енергетичної та сировинної проблем, актуальною є продовольча. Природні ресурси нашої планети не спроможні прогодувати населення Землі. Кількість голодуючих у світі у 2020 році різко зростає. Майже кожен десятий житель планети сьогодні голодує (мал. 83.4).

Тому забезпечення людей харчовими продуктами — одна з найважливіших глобальних проблем людства. Вирішити цю проблему можна завдяки змінам у технологіях вирощування сільськогосподарських рослин і тварин, виробництві продуктів харчування, розвитку біотехнологій.



**Мал. 83.4.** Мрію багатьох дітей є звичайна їжа

### Дізнайтеся більше

В Україні будівництво першого сміттєпереробного комплексу розпочалося у Львові. Він має запрацювати 2023 року.

Сьогодні діє лише один сміттєспалювальний завод «Енергія», споруджений у Києві ще 30 років тому, та 5455 сміттєзвалищ.

Сьогодні сміття є загрозою для довкілля.



### Ключова ідея

Розв'язати сировинну й енергетичну проблеми можна завдяки використанню відновлюваних джерел енергії. Продовольчу проблему можна вирішити завдяки змінам у виробництві продуктів харчування, технологіях вирощування сільськогосподарських рослин і тварин, використанню сучасних біотехнологій.



### Запитання для повторення й засвоєння

1. Як можна зменшити споживання енергії?
2. Назвіть шляхи зменшення використання природної сировини.
3. Що може зробити кожен / кожна з нас для економії енергії та сировини?
4. Як можна використовувати харчові відходи?
- 5\*. Дізнайтеся, скільки сміттєзвалищ є поблизу вашого населеного пункту.
- 6\*. Як сортується сміття у вашій родині та школі?

## Компетентнісно орієнтовані завдання до Розділу 3

- 1 Що буде відбуватися з організмом людини, яка з їжею буде отримувати енергії більше, ніж витрачає у процесі життєдіяльності?
- 2 Яким буде ККД блоку, важеля або похилої площини, якщо ніяких втрат механічної енергії немає?
- 3 Яким чином ви можете покращити процес фотосинтезу в кімнатних рослин?
- 4 Поміркуйте, чому термін зберігання продуктів харчування в вакуумній упаковці є більш тривалим?
- 5 Розташуйте продукти з малюнка 78.2 в порядку зменшення в них умісту білків.
- 6 Прочитайте народні вислови про харчування. Оберіть один із них та поділіться своїми думками щодо цього вислову в есе.
  - Хліб і на ноги поставить, і з ніг звалить.
  - Дешева рибка — погана юшка.
  - Воду вари — вода буде; пшоно вари — каша буде.
  - Солодка їда — животу біда.
- 7 Є три різні шляхи утилізації сміття: організація звалищ, спалювання і вторинне використання відходів. Поміркуйте, який із них є найкращим для природи.
- 8 Розгляньте картини та дайте відповіді на запитання.  
Визначте, які харчові продукти зображено?  
Якого вони походження: тваринного чи рослинного?  
Які із зображених продуктів харчування вирощують в Україні?  
У яких стравах національної української кухні використовують зображені продукти?



9 Із 20 кг макулатури виробляють стільки ж паперу, скільки його отримують з одного дерева. Скільки дерев удалося зберегти учням і ученицям двох класів, якщо один клас зібрав 400 кг макулатури, а інший — 560 кг?

10 Пластик розкладається у ґрунті 180 років, поліетилен — на 20 років довше, а папір — у 100 разів швидше, ніж поліетилен. За скільки років розкладеться у ґрунті папір?

Розв'язавши задачу, дайте відповідь на такі запитання:

1. Що найбільше вас вразило в цих фактах?
2. Який із трьох матеріалів становить найбільшу загрозу для природи? А який — найменшу?
3. Яку пораду ви можете дати суспільству щодо зберігання відходів?

## МИ ЗАЇВУЄМОСЯ У СВІТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК



- Назвіть три факти, які ви дізналися з розділу.
- Наскільки важливим є ті завдання, які ви виконали?
- Де ви зможете використати знання з вивченого розділу?
- Під час вивченого матеріалу ви досягли певних успіхів. Що ви робили для цього?
- Де вам знадобиться новий досвід?
- З якими перешкодами ви стикнулися під час опанування розділу? Як ви подолали труднощі?