

Природничі науки

ІНТЕГРОВАНІЙ КУРС

8

НАУКА
В ДІЇ



Collins



Правила безпечної поведінки під час виконання досліджень



Перед початком виконання дослідження

- ☐ Ознайомтеся з описом дослідження та продумайте хід його виконання.
- ☐ Спрогнозуйте небезпеки, які можуть виникнути у процесі виконання дослідження.
- ☐ За вказівкою вчителя / вчительки використовуйте халат, гумові рукавички, захисну маску, захисні окуляри (щитки).
- ☐ Звільніть робоче місце від зайвих предметів.
- ☐ Розставте обладнання та матеріали на робочому місці так, щоб уникнути їх падіння.



Під час виконання дослідження

- ☐ Працюйте за інструкцією та вказівками вчителя / вчительки.
- ☐ Пам'ятайте, що будь-яка речовина може бути небезпечною, якщо з нею поводитися неправильно. Не пробуйте на смак реактиви та хімічні речовини.
- ☐ Набирайте речовини за допомогою шпателя або ложечки, уникайте потрапляння на шкіру.
- ☐ Обережно поведіться з кислотами й лугами.
- ☐ Не нахилийтеся над посудом із хімічними речовинами.
- ☐ Використовуйте світловий мікроскоп, переконавшись, що на нього не потрапляють прямі сонячні промені.
- ☐ Користуйтеся відкритим вогнем і гарячими предметами тільки під наглядом учителя / вчительки або когось із дорослих, робіть це обережно, щоб уникнути опіків.
- ☐ Користуйтеся гострими предметами обережно, щоб уникнути травм.
- ☐ Складаючи електричне коло, уникайте перетину проводів.
- ☐ Джерело струму вмикайте в електричне коло в останню чергу.
- ☐ Не виконуйте перемикань в електричному колі при ввімкненому джерелі живлення.
- ☐ Уникайте будь-яких дій, які можуть заподіяти шкоду.
- ☐ негайно повідомте вчителя / вчительку або когось із дорослих у разі настання небезпечної ситуації.



Після виконання дослідження

- ☐ Приберіть своє робоче місце.
- ☐ Злийте залишки реактивів у спеціальні ємності.
- ☐ Ретельно вимийте посуд та руки.



Періодична таблиця хімічних елементів

1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1 H Гідроген 1.008	4 Be Берилій 9.012	9 Li Літій 6.941	12 Mg Магній 24.305	19 K Калій 39.098	20 Ca Кальцій 40.078	21 Sc Скандій 44.956	22 Ti Титан 47.88	23 V Ванадій 50.942	24 Cr Хроменіє 51.996	25 Mn Манган 54.938	26 Fe Залізо 55.845	27 Co Кобальт 58.933	28 Ni Нікель 58.693	29 Cu Мідь 63.546	30 Zn Цинк 65.38	31 Ga Галій 69.723	32 Ge Германій 72.64	33 As Арсен 74.922	34 Se Селен 78.96	35 Br Бром 79.904	36 Kr Криптон 83.80	37 Rb Рубідій 85.468	38 Sr Стронцій 87.62	39 Y Йттрій 88.906	40 Zr Цирконій 91.224	41 Nb Ніобій 92.906	42 Mo Молибден 95.94	43 Tc Технецій 98	44 Ru Рутеній 101.07	45 Rh Родій 102.905	46 Pd Паладій 106.36	47 Ag Срібло 107.868	48 Cd Кадмій 112.411	49 In Індій 114.818	50 Sn Свинець 118.710	51 Sb Смугло-білий 121.757	52 Te Телур 127.6	53 I Йод 126.905	54 Xe Ксенон 131.29	55 Ba Барій 137.327	56 La Лантан 138.905	57 Ce Церій 140.12	58 Pr Прометій 140.908	59 Nd Неодім 144.24	60 Pm Прометій 144.913	61 Sm Самарій 150.36	62 Eu Європій 151.964	63 Gd Гадоліній 157.25	64 Tb Тербій 158.925	65 Dy Диспрозій 162.50	66 Ho Голандій 164.930	67 Er Ербій 167.259	68 Tm Термім 168.933	69 Yb Йттрійєвий 173.054	70 Lu Лютецій 174.967	71 Fr Францій 223	72 Ra Радій 226	73 Ac Актиній 227	74 Th Торий 232.038	75 Pa Празмій 231.036	76 U Уран 238.029	77 Np Нептуній 237.048	78 Pu Плутоній 244	79 Am Америцій 243	80 Cm Куріум 247	81 Bk Беркелій 247	82 Cf Каліфорній 251	83 Es Ейнштейній 252	84 Fm Фермій 257	85 Md Мейтнерій 258	86 No Нобелій 259	87 Lr Лоренційєвий 262	88 Ts Теннессей 294	89 Lv Лівенбергерій 293	90 Mc Майтнерій 288	91 Nh Ніхоній 286	92 Fl Флеровій 289	93 Nh Ніхоній 286	94 Mc Майтнерій 288	95 Lv Лівенбергерій 293	96 Ts Теннессей 294	97 Og Оганесон 294	98 Rn Радон 222	99 At Астат 210	100 Po Полоній 209	101 Bi Висхідний 208	102 Pb Свинець 207	103 Tl Талій 204	104 Sn Свинець 207	105 In Індій 208	106 Cd Кадмій 206	107 Ag Срібло 207	108 Cu Мідь 207	109 Zn Цинк 207	110 Ga Галій 207	111 Ge Германій 207	112 As Арсен 207	113 Se Селен 207	114 Br Бром 207	115 Kr Криптон 207	116 Xe Ксенон 207	117 I Йод 207	118 F Фтор 207	119 O Оксиген 207	120 N Нітроген 207	121 C Вуглець 207	122 Si Силіцій 207	123 P Фосфор 207	124 S Сірка 207	125 Cl Хлор 207	126 F Фтор 207	127 Ne Неон 207	128 He Гелій 207	129 H Гідроген 207	130 Li Літій 207	131 Be Берилій 207	132 B Бор 207	133 C Вуглець 207	134 N Нітроген 207	135 O Оксиген 207	136 F Фтор 207	137 Ne Неон 207	138 He Гелій 207	139 H Гідроген 207	140 Li Літій 207	141 Be Берилій 207	142 B Бор 207	143 C Вуглець 207	144 N Нітроген 207	145 O Оксиген 207	146 F Фтор 207	147 Ne Неон 207	148 He Гелій 207	149 H Гідроген 207	150 Li Літій 207	151 Be Берилій 207	152 B Бор 207	153 C Вуглець 207	154 N Нітроген 207	155 O Оксиген 207	156 F Фтор 207	157 Ne Неон 207	158 He Гелій 207	159 H Гідроген 207	160 Li Літій 207	161 Be Берилій 207	162 B Бор 207	163 C Вуглець 207	164 N Нітроген 207	165 O Оксиген 207	166 F Фтор 207	167 Ne Неон 207	168 He Гелій 207	169 H Гідроген 207	170 Li Літій 207	171 Be Берилій 207	172 B Бор 207	173 C Вуглець 207	174 N Нітроген 207	175 O Оксиген 207	176 F Фтор 207	177 Ne Неон 207	178 He Гелій 207	179 H Гідроген 207	180 Li Літій 207	181 Be Берилій 207	182 B Бор 207	183 C Вуглець 207	184 N Нітроген 207	185 O Оксиген 207	186 F Фтор 207	187 Ne Неон 207	188 He Гелій 207	189 H Гідроген 207	190 Li Літій 207	191 Be Берилій 207	192 B Бор 207	193 C Вуглець 207	194 N Нітроген 207	195 O Оксиген 207	196 F Фтор 207	197 Ne Неон 207	198 He Гелій 207	199 H Гідроген 207	200 Li Літій 207	201 Be Берилій 207	202 B Бор 207	203 C Вуглець 207	204 N Нітроген 207	205 O Оксиген 207	206 F Фтор 207	207 Ne Неон 207	208 He Гелій 207	209 H Гідроген 207	210 Li Літій 207	211 Be Берилій 207	212 B Бор 207	213 C Вуглець 207	214 N Нітроген 207	215 O Оксиген 207	216 F Фтор 207	217 Ne Неон 207	218 He Гелій 207	219 H Гідроген 207	220 Li Літій 207	221 Be Берилій 207	222 B Бор 207	223 C Вуглець 207	224 N Нітроген 207	225 O Оксиген 207	226 F Фтор 207	227 Ne Неон 207	228 He Гелій 207	229 H Гідроген 207	230 Li Літій 207	231 Be Берилій 207	232 B Бор 207	233 C Вуглець 207	234 N Нітроген 207	235 O Оксиген 207	236 F Фтор 207	237 Ne Неон 207	238 He Гелій 207	239 H Гідроген 207	240 Li Літій 207	241 Be Берилій 207	242 B Бор 207	243 C Вуглець 207	244 N Нітроген 207	245 O Оксиген 207	246 F Фтор 207	247 Ne Неон 207	248 He Гелій 207	249 H Гідроген 207	250 Li Літій 207	251 Be Берилій 207	252 B Бор 207	253 C Вуглець 207	254 N Нітроген 207	255 O Оксиген 207	256 F Фтор 207	257 Ne Неон 207	258 He Гелій 207	259 H Гідроген 207	260 Li Літій 207	261 Be Берилій 207	262 B Бор 207	263 C Вуглець 207	264 N Нітроген 207	265 O Оксиген 207	266 F Фтор 207	267 Ne Неон 207	268 He Гелій 207	269 H Гідроген 207	270 Li Літій 207	271 Be Берилій 207	272 B Бор 207	273 C Вуглець 207	274 N Нітроген 207	275 O Оксиген 207	276 F Фтор 207	277 Ne Неон 207	278 He Гелій 207	279 H Гідроген 207	280 Li Літій 207	281 Be Берилій 207	282 B Бор 207	283 C Вуглець 207	284 N Нітроген 207	285 O Оксиген 207	286 F Фтор 207	287 Ne Неон 207	288 He Гелій 207	289 H Гідроген 207	290 Li Літій 207	291 Be Берилій 207	292 B Бор 207	293 C Вуглець 207	294 N Нітроген 207	295 O Оксиген 207	296 F Фтор 207	297 Ne Неон 207	298 He Гелій 207	299 H Гідроген 207	300 Li Літій 207	301 Be Берилій 207	302 B Бор 207	303 C Вуглець 207	304 N Нітроген 207	305 O Оксиген 207	306 F Фтор 207	307 Ne Неон 207	308 He Гелій 207	309 H Гідроген 207	310 Li Літій 207	311 Be Берилій 207	312 B Бор 207	313 C Вуглець 207	314 N Нітроген 207	315 O Оксиген 207	316 F Фтор 207	317 Ne Неон 207	318 He Гелій 207	319 H Гідроген 207	320 Li Літій 207	321 Be Берилій 207	322 B Бор 207	323 C Вуглець 207	324 N Нітроген 207	325 O Оксиген 207	326 F Фтор 207	327 Ne Неон 207	328 He Гелій 207	329 H Гідроген 207	330 Li Літій 207	331 Be Берилій 207	332 B Бор 207	333 C Вуглець 207	334 N Нітроген 207	335 O Оксиген 207	336 F Фтор 207	337 Ne Неон 207	338 He Гелій 207	339 H Гідроген 207	340 Li Літій 207	341 Be Берилій 207	342 B Бор 207	343 C Вуглець 207	344 N Нітроген 207	345 O Оксиген 207	346 F Фтор 207	347 Ne Неон 207	348 He Гелій 207	349 H Гідроген 207	350 Li Літій 207	351 Be Берилій 207	352 B Бор 207	353 C Вуглець 207	354 N Нітроген 207	355 O Оксиген 207	356 F Фтор 207	357 Ne Неон 207	358 He Гелій 207	359 H Гідроген 207	360 Li Літій 207	361 Be Берилій 207	362 B Бор 207	363 C Вуглець 207	364 N Нітроген 207	365 O Оксиген 207	366 F Фтор 207	367 Ne Неон 207	368 He Гелій 207	369 H Гідроген 207	370 Li Літій 207	371 Be Берилій 207	372 B Бор 207	373 C Вуглець 207	374 N Нітроген 207	375 O Оксиген 207	376 F Фтор 207	377 Ne Неон 207	378 He Гелій 207	379 H Гідроген 207	380 Li Літій 207	381 Be Берилій 207	382 B Бор 207	383 C Вуглець 207	384 N Нітроген 207	385 O Оксиген 207	386 F Фтор 207	387 Ne Неон 207	388 He Гелій 207	389 H Гідроген 207	390 Li Літій 207	391 Be Берилій 207	392 B Бор 207	393 C Вуглець 207	394 N Нітроген 207	395 O Оксиген 207	396 F Фтор 207	397 Ne Неон 207	398 He Гелій 207	399 H Гідроген 207	400 Li Літій 207	401 Be Берилій 207	402 B Бор 207	403 C Вуглець 207	404 N Нітроген 207	405 O Оксиген 207	406 F Фтор 207	407 Ne Неон 207	408 He Гелій 207	409 H Гідроген 207	410 Li Літій 207	411 Be Берилій 207	412 B Бор 207	413 C Вуглець 207	414 N Нітроген 207	415 O Оксиген 207	416 F Фтор 207	417 Ne Неон 207	418 He Гелій 207	419 H Гідроген 207	420 Li Літій 207	421 Be Берилій 207	422 B Бор 207	423 C Вуглець 207	424 N Нітроген 207	425 O Оксиген 207	426 F Фтор 207	427 Ne Неон 207	428 He Гелій 207	429 H Гідроген 207	430 Li Літій 207	431 Be Берилій 207	432 B Бор 207	433 C Вуглець 207	434 N Нітроген 207	435 O Оксиген 207	436 F Фтор 207	437 Ne Неон 207	438 He Гелій 207	439 H Гідроген 207	440 Li Літій 207	441 Be Берилій 207	442 B Бор 207	443 C Вуглець 207	444 N Нітроген 207	445 O Оксиген 207	446 F Фтор 207	447 Ne Неон 207	448 He Гелій 207	449 H Гідроген 207	450 Li Літій 207	451 Be Берилій 207	452 B Бор 207	453 C Вуглець 207	454 N Нітроген 207	455 O Оксиген 207	456 F Фтор 207	457 Ne Неон 207	458 He Гелій 207	459 H Гідроген 207	460 Li Літій 207	461 Be Берилій 207	462 B Бор 207	463 C Вуглець 207	464 N Нітроген 207	465 O Оксиген 207	466 F Фтор 207	467 Ne Неон 207	468 He Гелій 207	469 H Гідроген 207	470 Li Літій 207	471 Be Берилій 207	472 B Бор 207	473 C Вуглець 207	474 N Нітроген 207	475 O Оксиген 207	476 F Фтор 207	477 Ne Неон 207	478 He Гелій 207	479 H Гідроген 207	480 Li Літій 207	481 Be Берилій 207	482 B Бор 207	483 C Вуглець 207	484 N Нітроген 207	485 O Оксиген 207	486 F Фтор 207	487 Ne Неон 207	488 He Гелій 207	489 H Гідроген 207	490 Li Літій 207	491 Be Берилій 207	492 B Бор 207	493 C Вуглець 207	494 N Нітроген 207	495 O Оксиген 207	496 F Фтор 207	497 Ne Неон 207	498 He Гелій 207	499 H Гідроген 207	500 Li Літій 207	501 Be Берилій 207	502 B Бор 207	503 C Вуглець 207	504 N Нітроген 207	505 O Оксиген 207	506 F Фтор 207	507 Ne Неон 207	508 He Гелій 207	509 H Гідроген 207	510 Li Літій 207	511 Be Берилій 207	512 B Бор 207	513 C Вуглець 207	514 N Нітроген 207	515 O Оксиген 207	516 F Фтор 207	517 Ne Неон 207	518 He Гелій 207	519 H Гідроген 207	520 Li Літій 207	521 Be Берилій 207	522 B Бор 207	523 C Вуглець 207	524 N Нітроген 207	525 O Оксиген 207	526 F Фтор 207	527 Ne Неон 207	528 He Гелій 207	529 H Гідроген 207	530 Li Літій 207	531 Be Берилій 207	532 B Бор 207	533 C Вуглець 207	534 N Нітроген 207	535 O Оксиген 207	536 F Фтор 207	537 Ne Неон 207	538 He Гелій 207	539 H Гідроген 207	540 Li Літій 207	541 Be Берилій 207	542 B Бор 207	543 C Вуглець 207	544 N Нітроген 207	545 O Оксиген 207	546 F Фтор 207	547 Ne Неон 207	548 He Гелій 207	549 H Гідроген 207	550 Li Літій 207	551 Be Берилій 207	552 B Бор 207	553 C Вуглець 207	554 N Нітроген 207	555 O Оксиген 207	556 F Фтор 207	557 Ne Неон 207	558 He Гелій 207	559 H Гідроген 207	560 Li Літій 207	561 Be Берилій 207	562 B Бор 207	563 C Вуглець 207	564 N Нітроген 207	565 O Оксиген 207	566 F Фтор 207	567 Ne Неон 207	568 He Гелій 207	569 H Гідроген 207	570 Li Літій 207	

Природничі науки

Підручник інтегрованого курсу для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України



rnk.com.ua/107884
Інтерактивний
електронний додаток
до підручника



Київ • Харків
Видавництво «Ранок»
2025

8 клас



ІНТЕГРОВАНІЙ КУРС



УДК 57.081.1(075.3)
П 11

Авторський колектив:

Юлія Мандренко, Татяна Лісіцкая, Юлія Омелянчук, Яна Шуляк

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

(наказ Міністерства освіти і науки України від 10.03.2025 № 431)

Видано за рахунок державних коштів.

Продаж заборонено

Підручник створено відповідно до модельної навчальної програми

«Природничі науки. 7–9 класи (інтегрований курс)»

для закладів загальної середньої освіти

(автори Мандренко Ю. І., Довгань Г. Д., Сардига М. В.,

Омелянчук Ю. О., Боднар О. В., Ментух С. І.)

Ілюстрації Анни Цибуліної

Природничі науки : підруч. інтегрованого курсу

П 11 для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / [Ю. І. Мандренко,
Т. В. Лісіцкая, Ю. О. Омелянчук, Я. Ю. Шуляк]. — Харків :
Вид-во «Ранок», 2025. — 240 с. : іл.

ISBN 978-617-09-9593-3

УДК 57.081.1(075.3)



Інтерактивний
електронний додаток
до підручника
доступний за QR-кодом
або посиланням
rnk.com.ua/107884


**ЗРОБЛЕНО
В УКРАЇНІ**

ISBN 978-617-09-9593-3

© Мандренко Ю. І., Лісіцкая Т. В.,
Омелянчук Ю. О., Шуляк Я. Ю. 2025
© Цибуліна А. П., ілюстрації, 2025
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2025

Вступ	5
1. Кров, дихання та рух	6
Тема 1. Серцево-судинна система	7
Тема 2. Дихальна система	14
Тема 3. Скелет, суглоби та м'язи	21
Перевірте себе	27
2. Харчування	29
Тема 1. Збалансоване харчування	30
Тема 2. Вплив способу життя на здоров'я	36
Перевірте себе	41
3. Видільна система	43
Тема 1. Органи та будова видільної системи організму людини	44
Тема 2. Будова шкіри та її функції	48
Перевірте себе	54
4. Будова та властивості речовин	56
Тема 1. Будова атома	57
Тема 2. Хроматографія	64
Перевірте себе	68
5. Розчини	70
Тема 1. Розчин і його компоненти	71
Тема 2. Розчинність	77
Перевірте себе	81
6. Хімічні реакції	83
Тема 1. Схеми хімічних перетворень та рівняння реакцій	84
Тема 2. Тепловий ефект фізичних та хімічних процесів	92
Тема 3. Ряд активності металів	99
Перевірте себе	105
7. Вимірювання руху	107
Тема 1. Вимірювання відстані та часу	108
Тема 2. Швидкість і середня швидкість. Графіки залежності шляху від часу	114
Перевірте себе	120

8. Сили та тиск 122

Тема 1. Сили	123
Тема 2. Прості механізми. Важіль	129
Тема 3. Тиск	135
Тема 4. Тиск рідин та газів	139
Перевірте себе	146

9. Світло 148

Тема 1. Поширення світла. Закони відбивання світла	149
Тема 2. Заломлення світла. Лінзи	156
Тема 3. Дисперсія світла. Світлофільтри	165
Перевірте себе	171

10. Магніти 173

Тема 1. Магніти та магнітні матеріали	174
Тема 2. Електромагніти	180
Перевірте себе	186

11. Дослідження кліматичних змін 188

Тема 1. Клімат і погода	189
Тема 2. Зміна клімату. Глобальне потепління	195
Перевірте себе	203

12. Баланс природно-ресурсного потенціалу планети 205

Тема 1. Відновлювані та невідновлювані ресурси	206
Тема 2. Відновлювані джерела енергії	215
Перевірте себе	222

13. Земля в Космосі 224

Тема 1. Астероїди	225
Тема 2. Зорі та галактики	230
Перевірте себе	237

Використані джерела 239

Дослідникам та дослідницям природничих наук!

Світ навколо нас — цікавий і унікальний. Безліч явищ і процесів відбуваються в природі щомиті. Зараз, поки ви читаете цей текст, планети здійснюють рух у космосі, зростають дерева, рухаються атоми й молекули, у вашому тілі відбуваються налагоджені процеси, що роблять можливим наше життя. І це все, хоч і невидиме для нас, насправді існує. Як і безліч інших унікальних процесів та явищ, про які ми дізнаємося. Під час вивчення цього курсу ми будемо вчитися міркувати як справжні науковці та науковиці, здійснимо десятки захопливих відкриттів, будемо пізнавати, як улаштований наш безмежний Всесвіт та як пов'язані між собою його компоненти.

Нехай цей підручник стане для вас скарбничкою власних здобутків та невичерпним джерелом цікавих ідей.

Рубрики підручника



Основний навчальний матеріал



Попрактикуйтеся: запитання та вправи для закріплення матеріалу



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



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



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



Підсумки: узагальнення набутих знань і вмінь



Оцініть свої досягнення: матеріали для здійснення самооцінювання за підсумками теми

Інтерактивний електронний додаток: інтерактивні завдання та додаткові матеріали

rnk.com.ua/107884



1

Розділ 1. Кров, дихання та рух

Серцево-судинна система — одна з найскладніших і найцікавіших в організмі. До складу серцево-судинної системи людини входять близько 150 мільярдів крихітних капілярів. Діаметр капіляра, найдрібнішого елемента серцево-судинної системи людини, приблизно в 50 разів менший за діаметр волосини. На фото ви можете побачити дрібні судини (артеріоли), які пронизують склисте тіло ока.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- з яких елементів складається серцево-судинна, дихальна й опорно-рухова системи людини;
- як відбувається газообмін у легенях;
- як м'язи допомагають рухатися суглобам.

У цьому розділі ви навчитеся:

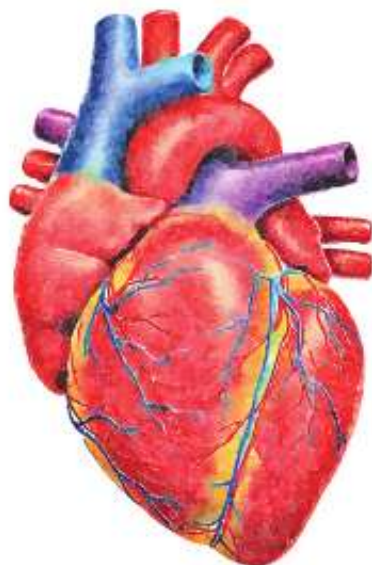
- планувати дослідження для перевірки гіпотез;
- класифікувати клітини, із яких складається кров, та розуміти їхні функції;
- розрізняти травми м'язів і кісток та як не дістати їх;
- розуміти причини забруднення повітря, аналізувати та застосовувати методи зменшення забруднення повітря.



rnk.com.ua/107885

**Будете
навчатися:**

- досліджувати будову серцево-судинної системи;
- розрізняти формені елементи, із яких складається кров;
- встановлювати відмінності між групами крові, резус-фактором і резус-конфліктом.

**Рис. 1.1.** Серце людини

Зовні серце оточене еластичною навколосерцевою сумкою — перикардом, що оберігає його від перерозтягнення під час наповнення кров'ю. Між навколосерцевою сумкою та серцем міститься рідина, яка зволожує серце.

Стінка серця складається з трьох оболонок (рис. 1.2):

- епікард — зовнішній сполучнотканинний шар;
- міокард — середній м'язовий шар;
- ендокард — внутрішній епітеліальний шар.

Найтовстішим є середній шар — міокард, утворений серцевою посмугованою м'язовою тканиною. Волокна міокарда сполучаються таким чином, що збудження, яке виникає в одній області серцевого м'яза, швидко поширюється по всьому серцю, і воно скорочується, виштовхуючи кров.

**Серцево-судинна система**

Серцево-судинну систему становлять серце, кровоносні судини, по яких рухається кров, та лімфатичні судини, по яких рухається лімфа.

**Будова серця**

Серце (рис. 1.1) — порожнистий м'язовий орган, що має форму конуса. Воно розташоване всередині грудної клітки. У лівій половині грудної клітки розміщується 2/3 серця, і тільки 1/3 лежить у правій її половині. Скорочуючись, серце працює як насос і проштовхує кров по судинах, забезпечуючи її безперервний рух.

**Рис. 1.2.** Будова стінок серця

На рис. 1.3 зображено будову серця. Серце людини, як і усіх ссавців, чотирикамерне.

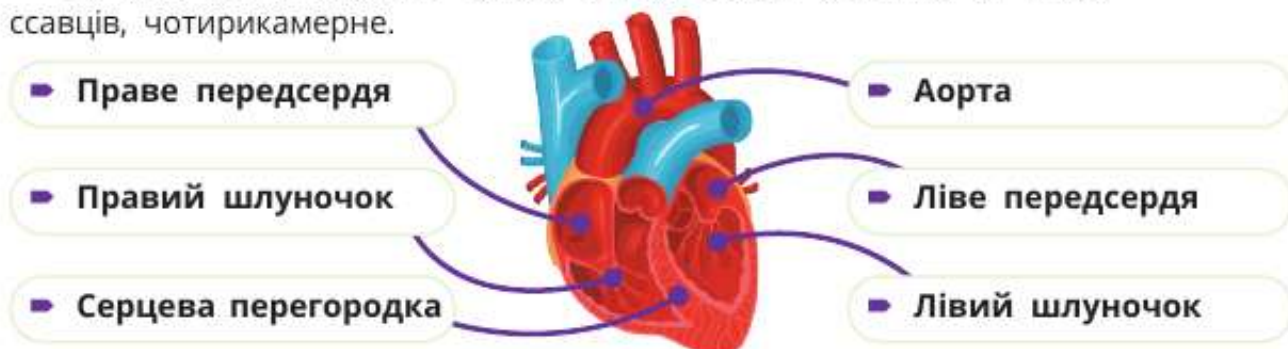


Рис. 1.3. Будова серця



Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте, яке значення має рідина, що оточує серце.
- 2 Об'єднайтеся в групи (за місяцем народження або методом жеребкування). Розробіть власну модель серця людини, яка демонструватиме його будову та механізм роботи (з використанням 3D-моделювання, пластиліну, картону тощо).



Кровоносні судини

Рух крові замкненою системою кровоносних судин і серця, що забезпечує всі клітини організму необхідними речовинами (зокрема киснем і поживними речовинами) називається **кровообігом**. Серцево-судинна система людини має два кола кровообігу — **мале** та **велике** (рис. 1.4). **Артерії** (рис. 1.5) — це судини, якими кров транспортується від серця до різних частин тіла. Тришарові стінки артерій є щільними, гладкими та пружними. Зовнішній шар стінок складається зі сполучної тканини, середній шар становлять гладкі м'язи, внутрішній шар утворений одним шаром клітин — ендотелієм. Будова стінок дає змогу артеріям витримувати великий тиск, під яким кров викидається з серця.



Рис. 1.4. Схема кровообігу



Рис. 1.5. Будова артерії

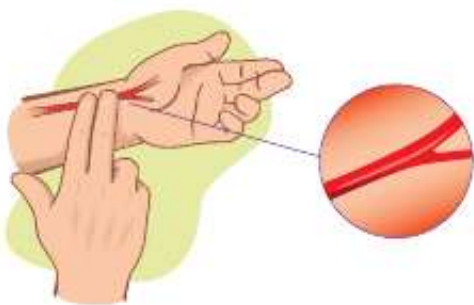


Рис. 1.6. Променева артерія



Рис. 1.7. Будова вени

Найменші кровоносні судини — **капіляри** (рис. 1.8). Вони мають стінки завтовшки лише в одну клітину, а це означає, що речовини можуть досить легко проходити крізь них. Існують також проміжки між клітинами, які дають змогу плазмі витікати з капілярів і переносити розчинені речовини до всіх клітин тканини. Серце людини перекачує близько 5 л крові щохвилини, проходячи приблизно 100 000 км кровоносних судин (показники можуть дещо різнитися залежно від методів оцінки, рекомендуємо ознайомитися з науковими статтями з теми).



Рис. 1.8. Будова стінки капілярів



Попрактикуйтеся

3

Скориставшись додатковими джерелами інформації, дізнайтеся, де знаходяться інші великі артерії в організмі людини та до яких органів вони постачають кров.

4

Спробуйте знайти деякі з них на своєму тілі. Поясніть, чому важливо знати розташування цих артерій.

5

Видатний американський кардіолог Пол Вайт свого часу сказав, що серце здатне битися до 150 років, тому його хвороби й коротке життя — наслідок власних помилок. Поміркуйте, які негативні фактори впливають на серцеву діяльність.



Кров

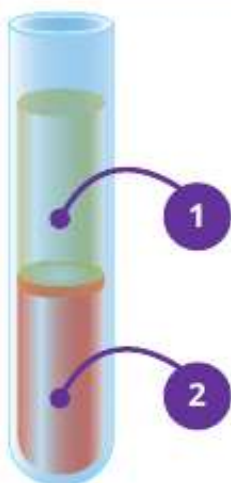


Рис. 1.9. Склад крові:

- 1) плазма крові;
- 2) формені елементи

Кров — це рідка сполучна тканина, яка забезпечує транспортування кисню, гормонів, продуктів обміну речовин до органів і тканин організму. Кров захищає організм від інфекцій, бере участь у регуляції температури тіла та гомеостазу (стану відносної динамічної рівноваги системи, що підтримується за рахунок механізмів саморегуляції). Кров складається з плазми та формених елементів (рис. 1.9).

Плазма крові — це рідка частина крові блідо-жовтого кольору, яка становить близько 55 % її об'єму. Плазма крові на 90 % складається з води, 10 % становлять розчинені у ній органічні (білки, жири, вуглеводи) та неорганічні речовини (мінеральні солі, вуглекислий газ). Частина цих речовин — поживні речовини, що переносяться кров'ю до різних органів.

Формені елементи — це елементи, які містяться в крові та становлять близько 45 % її об'єму. До них належать еритроцити, лейкоцити та тромбоцити.

- **Еритроцити** — це червоні кров'яні тільця, які відповідають за транспортування до тканин кисню і видалення вуглекислого газу. Червоні кров'яні тільця містять білок — гемоглобін. Ця речовина збирає кисень у легенях. Завдяки цьому вона набуває яскраво-червоного кольору. Гемоглобін віддає кисень клітинам тканин організму. Гемоглобін, який переносить менше кисню, має темно-червоний колір. Еритроцити не містять ядра, тому в них є більше місця для гемоглобіну. Вони мають форму двовігнутих дисків, що збільшує їх площу поверхні. Чим більша площа поверхні, тим швидше речовини можуть потрапляти в клітину та виходити з неї.

- **Лейкоцити** — це білі кров'яні тільця, які відповідають за захист організму від інфекцій, спричинених патогенами (мікроорганізмами, через які виникають захворювання). Вони здатні легко змінювати форму, що дає змогу їм протискуватися крізь щілини в стінках капілярів і проникати в тканини.

- **Тромбоцити** — це кров'яні пластинки, які відповідають за зсідання крові. **Зсідання крові** — це процес утворення кров'яного згустку, який перешкоджає кровотечі.





Перше переливання крові між людьми було здійснене британським акушером-гінекологом Джеймсом Бланделлом у 1818 році. Власний досвід боротьби з небезпечними кровотечами під час пологів мотивував його до експериментів з переливанням крові. Протягом 1818-1829 років Бланделл виконав десять переливань, чотири з яких були успішними.

Проте процедура залишалася дуже ризикованою майже століття. Значний прорив стався у 1901 році, коли австрійський учений Карл Ландштейнер відкрив три групи крові. Через два роки його учні додали ще одну групу до класифікації. За це відкриття Ландштейнер отримав Нобелівську премію у 1930 році. Ця класифікація тепер відома як система груп крові АВ0. 1937 року Ландштейнер разом з Александром Вінером відкрили резус-фактор, який також має значення для безпечного переливання крові.



Рис. 1.10. Інститут гематології та трансфузіології НАМН України (Київ)

Одним із перших успішних переливань крові в Україні було проведене у травні 1922 року доцентом Є. Ю. Крамаренком у хірургічній клініці медичного факультету Одеського університету. Питання переливання крові вперше обговорили на IV Всеукраїнському з'їзді хірургів у 1930 році. Того самого року було створено Український інститут переливання крові та гематології в Харкові, а 1934 року — у Києві.

Наразі існують дві системи позначення груп крові:

- 1) римськими цифрами I — IV;
- 2) латинськими літерами А, В і нулем (система АВ0).

Групи крові відрізняються вмістом у плазмі крові та еритроцитах специфічних білків:

- антигенів (аглютиногени А і В) в еритроцитах;
- антитіл (аглютининів α і β) у плазмі.

Виокремлюють 4 основні групи крові:

I, або нульова — I (0); II (A); III (B) і IV (AB). Наявність певної групи крові визначається генетично. Вони не завжди сумісні — білки плазми можуть склеювати еритроцити, руйнувати їх.





Рис. 1.11. Макака-резус

Іншою характеристикою груп крові є резус-фактор, названий на честь макаки-резус (рис. 1.11), в еритроцитах крові якої він був виявлений 1940 р. Людей, у крові яких є резус-фактор, називають резус-позитивними Rh (+), а тих, у яких він відсутній — резус-негативними Rh (-). Позитивний резус-фактор має близько 85 % людей на планеті, а негативний — приблизно 15 %. Резус-фактор особливо важливо враховувати під час пересадки органів і тканин та під час вагітності.

Якщо в резус-негативній матері Rh (-) розвивається резус-позитивний Rh (+) плід (який успадкував позитивний резус-фактор від батька), то відбувається **резус-конфлікт**. У крові матері будуть утворюватися речовини, що руйнують еритроцити плоду.



Попрактикуйтеся

6

Дізнайтеся, яка у вас група крові, та проведіть аналіз кількості учнів та учениць із різними групами крові у вашому класі. Визначте, яка група крові є найбільш поширеною у вашому класі.

7

Опишіть, як ви могли б використати мікроскоп для спостереження за деякими кров'яними тільцями крові.

8

Як еритроцити пристосовані до того, щоб містити якомога більше гемоглобіну?



Завдання 1.1. Дослідження змін частоти пульсу

Як змінюється частота пульсу під час тренування?

Пульс — ритмічні коливання стінки артерій, зумовлені тиском крові. Фізичні вправи зазвичай викликають збільшення частоти пульсу (кількості серцевих скорочень за хвилину). Об'єднайтеся в групи, сплануйте та проведіть дослідження для перевірки цієї гіпотези.



1. Поміркуйте, які прилади для проведення дослідження вам знадобляться та приготуйте їх.
2. Накресліть таблицю результатів вимірювань.
3. Подумайте, які фізичні вправи ви можете виконати, щоб не зашкодити своєму здоров'ю.

4. Виміряйте свій пульс у стані спокою.
5. Виконуйте фізичну вправу протягом хвилини та знов виміряйте пульс.
6. Повторіть вимірювання пульсу через 1 і 5 хв після навантаження.
7. На основі отриманих даних зробіть такі висновки:
 - а) як змінюється частота серцевих скорочень відразу після навантаження та через 1 і 5 хв після нього;
 - б) чому під час навантажень частота серцевих скорочень змінюється?
8. Виявіть, на яких ділянках, крім зап'ястка, можна вимірювати пульс.

Як правильно виміряти пульс:

- поверніть руку долонею вгору;
- другою рукою обхопіть зап'ясток так, щоб три пальці лежали на променевій артерії біля основи великого пальця (рис. 1.12);
- знайшовши променеву артерію, притисніть її, і ви відчуєте пульсову хвилю як поштовх;
- порахуйте кількість ударів за 60 секунд.



Рис. 1.12. Вимірювання пульсу



Підсумки

- ✏ Плазма крові переносить формені елементи та містить розчинені речовини.
- ✏ Еритроцити — це червоні кров'яні тільця, які відповідають за транспортування речовин.
- ✏ Лейкоцити — це білі кров'яні тільця, які відповідають за захист організму від інфекцій.
- ✏ Тромбоцити — це без'ядерні пластинки, які відповідають за зсідання крові.
- ✏ Група крові — класифікація крові за наявністю або відсутністю певних успадкованих антигенів на поверхні еритроцитів.



Ключові поняття

Гемоглобін, плазма крові, еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, група крові, резус-фактор, резус-конфлікт.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу планувати та проводити дослідження, обирати способи зміни, вимірювання та контролю різних типів змінних.
- ☒ Я можу планувати способи оцінювання та контролю ризиків.
- ☒ Я можу порівняти результати з прогнозом, щоб зробити висновки.





Дихальна система

**Будете
навчатися:**

- орієнтуватися в будові дихальної системи;
- описувати, як кисень і вуглекислий газ циркулюють у легенях;
- розуміти особливості аеробного дихання;
- презентувати й інтерпретувати наукові дослідження.

Клітини тварин і рослин містять мітохондрії, які беруть участь у процесі дихання. Кров переносить кисень і поживні речовини до всіх клітин організму. Однією з таких поживних речовин є глюкоза, яка утворюється під час розщеплення вуглеводів, що містяться в їжі.

Ваші клітини потребують глюкози, щоб отримати енергію, необхідну для виконання своїх функцій та утворення нових речовин. Цей процес також потребує кисню з повітря, тому його називають аеробним диханням.

Аеробне дихання — це процес, під час якого за участі кисню відбувається окиснення органічних речовин з виділенням енергії. Цей процес відбувається в мітохондріях рослин та тварин. Клітини, наприклад, м'язові, потребують великої кількості енергії та мають багато мітохондрій. У процесі аеробного дихання кисень і глюкоза реагують, утворюючи вуглекислий газ, воду та **аденозинтрифосфат** (АТФ) — органічну сполуку, що переносить енергію для багатьох процесів, як-от: скорочення м'язів, передача нервових імпульсів і відтворення клітин. Змоделюймо цей процес за допомогою схеми.



Реагенти знаходяться ліворуч від стрілки, а продукти — праворуч. Ваша дихальна, серцево-судинна та травна системи працюють разом, щоб забезпечити всі клітини тіла речовинами, необхідними для аеробного дихання.





Попрактикуйтеся

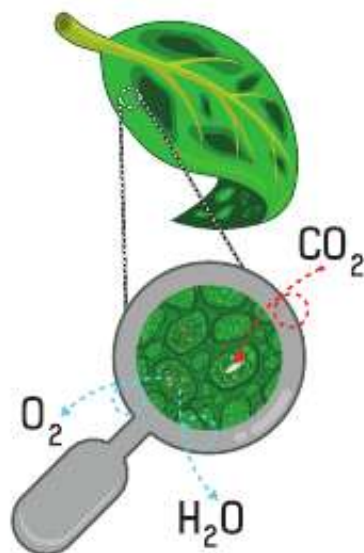
1

- Які реагенти беруть участь в аеробному диханні?
- Поясніть, як ці реагенти потрапляють ззовні організму до клітин.



Газообмін і дифузія

І рослинам, і тваринам для аеробного дихання потрібен кисень. У людини функція легенів полягає в тому, щоб кисень надходив у кров. Легені також дають змогу вуглекислому газу виходити з крові. Цей обмін газами називається **газообміном**.



замикальна
клітина
продих

Рис. 1.13. Продихи на листку. Збільшення $\times 300$

Газообмін відбувається й у рослинах. Їхні листки мають отвори, які називаються продихами (рис. 1.13). Кожен продих може відкриватися й закриватися за допомогою пар продихових клітин. Коли вони відкриті, гази (кисень, вуглекислий газ і водяна пара) можуть проникати в листок і виходити з нього.

Гази у повітрі існують у вигляді молекул та атомів, які постійно рухаються. Якщо в одному місці багато молекул або атомів одного типу, а в іншому — менше, то відбувається загальний рух молекул або атомів у напрямку до місця з меншою кількістю — **дифузія**. Газообмін відбувається, коли гази дифундують з одного місця в інше.



Дихальна система людини

Організм людини, як і тварин, отримує енергію в результаті окиснення вуглеводів, жирів, білків. Для того, щоб відбулися ці процеси й вивільнилася енергія, потрібно, щоб кожна клітина організму постійно отримувала необхідну кількість кисню. **Дихання** — це сукупність процесів, які забезпечують безперервне надходження кисню до тканин організму, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення з організму кінцевих продуктів обміну речовин — вуглекислого газу та води. Ці процеси забезпечує **дихальна система**, яка в людини представлена повітроносними шляхами (носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи) та легенями.



■ **Носова порожнина** — це великий, наповнений повітрям простір у черепі над і позаду носа посередині обличчя. Вона є продовженням двох ніздрів. У міру того, як вдихається повітря та надходить крізь носову порожнину, воно прогрівається та зволожується. Волоски епітелію в носі допомагають затримувати більші сторонні частинки в повітрі, перш ніж вони потрапляють в дихальні шляхи. Епітелій носової порожнини виділяє слиз, який склеює порошинки в грудочки та знищує мікроорганізми за рахунок спеціального білка лізоцима.

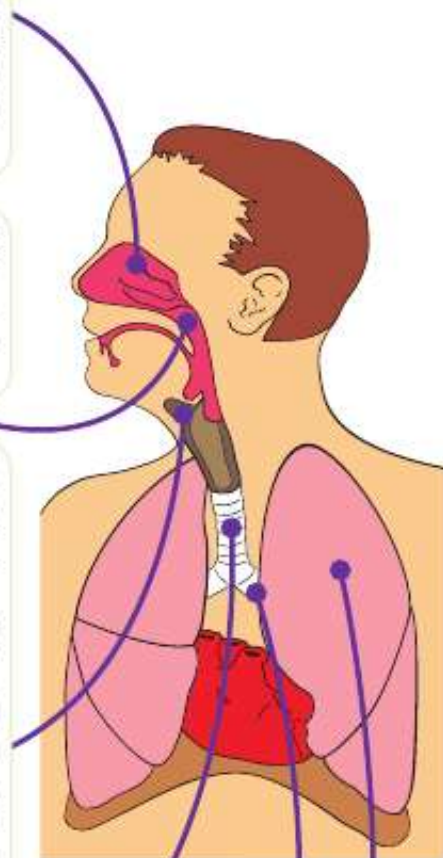
■ **Носолотка** — це трубкоподібна структура, яка з'єднує порожнину носа й задню частину рота з іншими структурами нижче в горлі, зокрема гортань. Повітря проходить з носової порожнини крізь носоглотку в гортань (а також у зворотному напрямку).

■ **Гортань** з'єднує глотку та трахею й допомагає проводити повітря по дихальних шляхах. Вона має вигляд лійки, стінки якої утворені кількома хрящами. Порожнина гортані вистелена слизовою оболонкою і містить рецептори. У разі випадкового їх подразнення шматочками їжі, різними твердими або рідкими речовинами та газовими сумішами, а також унаслідок запальних процесів виникає захисний дихальний рефлекс — кашель, завдяки якому порожнина гортані очищується, що дає змогу захистити інші органи дихання. Гортань ще називають голосовою скринькою, оскільки вона містить голосові зв'язки, які вібрують, коли повітря проходить крізь них, тим самим виробляючи звук.

■ **Трахея**, або дихальна труба, — найширший прохід у дихальних шляхах. Вона становить близько 2,5 см у діаметрі й 10-15 см завдовжки та утворена з хрящових напівкілець, сполучених між собою зв'язками, які роблять її відносно міцною та пружною. Завдяки еластичності цієї стінки грудка їжі може вільно просуватися стравоходом, який розташований позаду трахеї.

■ **Бронхи**. Існує два основні бронхи — правий і лівий, які проводять повітря між трахеєю й легенями. Вони багаторазово галузяться, утворюючи так зване **бронхіальне дерево**. Найтонші бронхи називають **бронхіолами**.

■ **Легені** — парні органи дихання, які займають майже весь об'єм грудної порожнини. Права легеня має три частки, а ліва — дві.





Газообмін у легенях

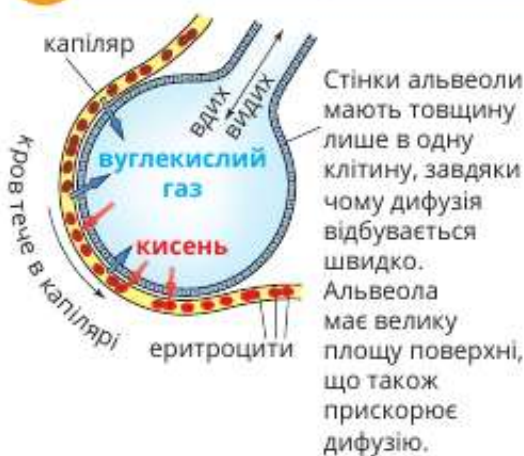


Рис. 1.14. Газообмін в альвеолі



Попрактикуйтеся

1. Опишіть газообмін у легенях.
2. Розгляньте рис. 1.15. Поясніть, чому легеня всередині схожа на губку.
3. Чому альвеола має тонку стінку?



М'язи та дихання

Ритмічне скорочення та розслаблення дихальних м'язів — міжреберних, діафрагми й м'язів передньої черевної стінки — називається **диханням**. Надзвичайно важливу роль у процесі дихання відіграє плевра.



Рис. 1.16. Механізм вдиху та видиху

Зовні легені вкриті спеціальною сполучнотканинною оболонкою — плеврою. Між зовнішнім та внутрішнім листками плеври міститься тонкий шар рідини, яка виділяється капілярами й поглинається лімфатичними судинами плеври. Зовнішній шар плеври прикріплений до внутрішньої поверхні грудної порожнини, а внутрішній — до поверхні легень. Найдрібнішими структурами легень є **альвеоли**, кожен з яких покривають капіляри. Молекул кисню всередині них більше, ніж у крові в капілярі. Отже, кисень дифундує з альвеол у кров.

Молекул вуглекислого газу в крові більше, ніж в альвеолі. Вуглекислий газ дифундує з крові в альвеолу.



Рис. 1.15. Модель людських легень

Внутрішній листок плеври укриває легені, а зовнішній вистилає грудну порожнину. Вдих здійснюється в результаті скорочення міжреберних м'язів і діафрагми — м'язу, що утворює дно грудної порожнини. Під час цих скорочень ребра підіймаються, виступають уперед, а діафрагма стає більш плоскою; в результаті об'єм грудної порожнини збільшується й повітря спрямовується крізь дихальні шляхи в легені, урівноважуючи тиск повітря всередині легень з атмосферним тиском (рис. 1.16).



Під час видиху діафрагма розслабляється, знову стає куполоподібною й тисне знизу на легені. Міжреберні м'язи теж розслабляються, ребра під дією сили тяжіння опускаються донизу. Об'єм грудної порожнини повертається до початкового, вона тисне на стінки легень і деяка кількість повітря виходить із легень назовні, яке підтримує альвеоли в розправленому стані. У середині альвеол є спеціальна речовина сурфактант, яка також запобігає злипанню їх стінок. Кількість вдихів і видихів за одну хвилину — це **частота дихання** (у вдихах за хвилину).



Рис. 1.17. Дихальна гімнастика



Дихальна гімнастика (рис. 1.17) — це природний спосіб впливати на організм із метою його оздоровлення. Дихання є основою людського життя, тому навчитися правильно дихати та застосовувати дихальну функцію означає забезпечити собі здорове життя. Гімнастика для дихання дуже корисна, оскільки сприяє загальному розвитку організму та зміцненню здоров'я, зокрема:

- збільшенню припливу кисню в організм;
- збільшенню об'єму легень;
- нормалізації темпу дихання та вимови;
- зміцненню дихальної мускулатури;
- зміцненню імунітету;
- поліпшенню вентиляції нижніх відділів легень.



Попрактикуйтеся

5

Зробіть шість вдихів-видихів за 30 секунд, покладіть руки на передню частину грудей і вдихніть:

- а) опишіть, що ви відчуваєте;
- б) поясніть, чому ви це відчуваєте.

6

- а) Опишіть, як діафрагма збільшує об'єм грудної клітки;
- б) що відбувається з легенями, коли об'єм грудної клітки збільшується?

7

У чоловіків переважає черевний тип дихання, а у жінок — грудний. Чим це можна пояснити?

8

Чому, коли лікар просить глибоко вдихнути, у деяких людей після кількох глибоких вдихів з'являється запаморочення? Яка причина такого явища?





Завдання 1.2. Дослідження змін частоти дихання

Під час фізичних вправ м'язові клітини використовують більше речовин із крові. У цьому завданні ви дізнаєтеся, чи впливають фізичні вправи на частоту дихання. Об'єднайтеся в пари. Сплануйте та проведіть дослідження.

1. Поміркуйте, які прилади для проведення дослідження вам знадобляться та приготуйте їх.
2. Сформуйте таблицю, в яку занотовуватимете вимірювання.
3. Подумайте, які фізичні вправи ви можете виконати, щоб не зашкодити своєму здоров'ю.
4. Виміряйте кількість вдихів за 1 хвилину в стані спокою.
5. Виконайте фізичну вправу протягом хвилини та знов поррахуйте кількість вдихів.
6. Повторіть вимірювання кількості вдихів через 1 і 5 хв після навантаження.
7. На основі отриманих даних зробіть такі висновки:
 - а) як змінюється кількість вдихів відразу після навантаження й через 1 і 5 хв після нього;
 - б) чому під час навантаження кількість змінюється?



Наука в гії. Забруднення повітря

За новими даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), 9 з 10 людей дихають повітрям з високою концентрацією речовин-забруднювачів.



AQI — air quality index — індекс якості повітря, ця абревіатура використовується практично в усіх країнах для інформування громадськості про рівень забруднення повітря. В Україні інформацію про індекс якості повітря транслюють джерела незалежних станцій моніторингу, а також декілька станцій Укргідрометцентру.

Для визначення якості повітря роблять заміри 5 показників: O_3 (озон), NO_2 (нітроген(IV) оксид), SO_2 (сульфур(IV) оксид), $PM_{2,5}$ і PM_{10} (уміст у повітрі зважених часток діаметром менше 2,5 мікронів і менше 10 мікронів відповідно). Показники усереднюють за певний відрізок часу, групують за балами й виводять на шкалу від 0 до 500. У шкалі 6 категорій, кожна має свій колір.





Скориставшись додатковими джерелами інформації, дізнайтеся детальніше, чому контроль якості повітря є важливим для здоров'я людини та довкілля. Ознайомтеся з науковими досягненнями у вивченні складу повітря та методами моніторингу його якості, презентуйте перед класом короткий звіт про їх практичне застосування людством.



Підсумки

- ✏ Дихання — це сукупність процесів, які забезпечують безперервне надходження кисню до тканин організму, використання його в реакціях біологічного окиснення, а також видалення з організму кінцевих продуктів обміну речовин — вуглекислого газу та води.
- ✏ Стінки альвеол і кровоносних судин у легенях завтовшки лише в одну клітину — це забезпечує швидкий газообмін за допомогою дифузії.
- ✏ Аеробне дихання — це процес, під час якого за участі кисню органічні речовини розщеплюються з виділенням енергії.



Ключові поняття

Носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легені, газообмін, дифузія, дихання.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу планувати та проводити дослідження, обирати способи зміни, вимірювання та контролю різних типів змінних.
- ☒ Я можу планувати способи оцінки та контролю ризиків.
- ☒ Я можу порівняти результати з прогнозом, щоб зробити висновок.
- ☒ Я можу оцінити достовірність результатів.

**Будете навчатися:**

- розуміти будову опорно-рухової системи;
- пояснювати, що змушує кістки рухатися;
- описувати застосування науки в медицині.

Аеробне дихання забезпечує нас енергією, яка необхідна для руху. Кістки та м'язи — це органи, які становлять **опорно-рухову систему**, яка забезпечує рух.

**Компоненти опорно-рухової системи****■ Скелет**

Пасивна частина системи

■ М'язи

Активна частина системи

**Попрактикуйтеся**

1

Оберіть одну з професій та поясніть, як стан м'язів і кісток впливає на успішність у цій діяльності.

2

Який життєвий процес забезпечує нас енергією, щоб ми могли пересуватися з місця на місце?

3

Скориставшись додатковими джерелами інформації, дізнайтеся, скільки кісток в організмі немовляти та дорослої людини. Обговоріть з однокласниками та однокласницями, чому з віком кількість кісток змінюється.

**Функції опорно-рухової системи**

1. **Опорна** — підтримання тіла людини у вертикальному положенні, допомагає тілу зберігати певну форму та підтримує тіло людини в просторі (кістки хребта, нижні кінцівки).
2. **Захисна** — захист внутрішніх органів (кістки черепа, грудна клітка, м'язи живота).
3. **Рухова** — м'язи здійснюють переміщення тіла (м'язи кінцівок, спини, хребет).
4. **Кровотворна** — в кістках міститься червоний кістковий мозок, основна функція якого — гемопоез (утворення формених елементів крові).
5. **Депонує** — кістки є структурою, в якій відкладаються мінеральні солі та здійснюється мінеральний обмін, м'язи запасують глікоген.





Скелет



з'єднання між кістками в більшій частині черепа є нерухомими



■ **Череп** складається з 23-х кісток, середня окружність черепа — 52–64 см, довжина — 15–18 см, ширина — 12–15 см. Виокремлюють 2 відділи: мозковий та лицевий. До складу мозкового відділу входять 8 кісток, з них 2 парні кістки (2 тім'яні, 2 скроневі) й 4 непарні кістки (лобова, потилична, решітчаста, клиноподібна) з'єднані за допомогою швів. Потилична кістка має отвір, що сполучає череп із хребтом. Кістки лицевого відділу черепа — це 6 парних кісток: верхньощелепна, вилична, носова, піднебінна, слъозова, нижня носова раковина та три непарні кістки (нижньощелепна, леміш і під'язикова). Кістки черепа мають дрібні отвори, крізь які проходять кровоносні судини й черепно-мозкові нерви.

■ **Скелет верхніх кінцівок** складається з двох частин:

- а) плечовий пояс (лопатки, ключиці);
- б) скелет вільної верхньої кінцівки: плече (плечова кістка), передпліччя (ліктьова, променева) та кисть:
 - ★ плече — утворене плечовою кісткою;
 - ★ передпліччя — утворене ліктьовою та променевою кістками;
 - ★ кисть — утворена кістками зап'ястка, п'ястка та фаланг пальців. Усі пальці мають по три фаланги, лише великі пальці складаються з двох фаланг.

■ **Скелет тулуба** людини складається з хребта та грудної клітки. Хребет людини утворений 33–34 хребцями, поділеними на 5 відділів:

- ★ шийний відділ (7 хребців) — перший хребець (атлант) з'єднує хребет із черепом;
- ★ грудний відділ (12 хребців) — до кожного хребця приєднується пара ребер;
- ★ поперековий відділ (5 хребців);
- ★ крижовий відділ (5 хребців) — хребці зрослись в одну кістку;
- ★ куприковий відділ (4–5 хребців) — хребці зрослись в одну кістку.

12 грудних хребців відрізняються від інших тим, що несуть ребра, прикріплені хрящами до їх парних відростків. Грудні хребці, ребра та груднина (грудна кістка) формують грудну клітку. Перші 7 пар ребер приєднані хрящами до груднини. Ще 3 пари за допомогою хряща сполучені з кінцями розташованих вище ребер, а кінці 11-ї та 12-ї пар ребер розташовані вільно. Це забезпечує рухливість грудної клітки під час дихання. Грудна клітка захищає серце та легені, а також частково шлунок, печінку та селезінку.

■ **Скелет нижніх кінцівок** складається з двох частин:

- а) пояс нижніх кінцівок (або тазовий пояс) — тазові кістки, які утворені лобковими, клубовими та сідничними кістками;
- б) скелет вільної нижньої кінцівки: стегно (стегнова кістка), гомілка (велика і мала гомілка), стопа:
 - ★ стегно — утворене стегновою кісткою;
 - ★ гомілка — утворена великою та малою гомілковими кістками;
 - ★ стопа — утворена кістками передплесна, плесна, фаланг пальців.



Суглоби та м'язи

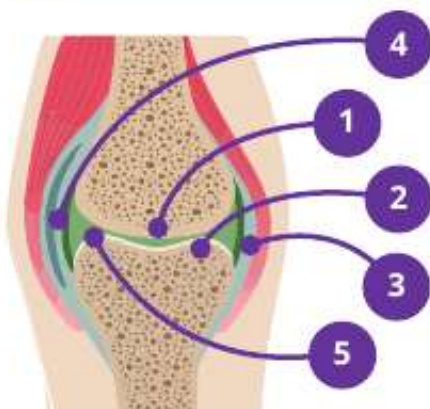


Рис. 1.18. Будова суглоба:

1) головка; 2) суглобова западина; 3) суглобова сумка; 4) суглобова порожнина; 5) хрящ

М'язи — активна частина опорно-рухової системи, скорочення якої зумовлює переміщення частин тіла або всього тіла в просторі. **Зв'язки** — щільні утворення з фіброзної тканини, що скріплюють між собою кістки. Складаються переважно з колагену, тому не є еластичними, що дає змогу захищати м'язи та сухожилки від розтягування. Завдяки зв'язкам стабілізуються суглоби як зсередини, так і зовні, обмежується їхня рухливість. **Сухожилки** — складні структури, що складаються з пучків волокон, які з'єднують м'язи з кістками, і відповідають за рух.



Сухожилки прикріплюють м'язи до кісток. У клітинах м'язів є мікроскопічні нитки, які складаються з білків актину й міозину. Вони розташовуються паралельно одна одній. Унаслідок дії сигналу нервової системи білкові нитки переміщуються відносно одна одної, і загальна довжина м'язового волокна зменшується. У результаті м'яз скорочується. Після припинення сигналів білкові нитки повертаються на свої місця, за цих умов довжина м'яза збільшується, і він розслабляється. Скелетні м'язи зазвичай працюють парами. Коли один скорочується, інший розслабляється й навпаки. Такі пари м'язів називають антагоністичними м'язами. Наприклад, м'язи плеча — це біцепс і трицепс (див. рис. 1.21). Разом вони рухають верхню кінцівку в ліктьовому суглобі. У разі скорочення біцепса (а трицепс розслабляється) плече піднімається й кут суглоба зменшується. У разі скорочення трицепса (а біцепс розслабляється) кут ліктя збільшується.

Усі кістки (окрім кісточок у вусі) з'єднані між собою: нерухомо — кістки зрослись і між ними помітний лише шов; напіврухомо — кістки з'єднані між собою за допомогою хрящових пластинок; рухомо — суглоби. **Суглоб** — рухоме з'єднання кісток скелета, розділених щілиною (рис. 1.18). Переривчасте з'єднання дає змогу кісткам здійснювати рухи відносно одна одної за допомогою м'язів. Суглоби розташовані в скелеті там, де відбуваються рухи: згинання і розгинання, відведення і приведення, обертання. Прикладом є кульшовий суглоб (рис. 1.19). Тут верхня частина стегнової кістки утворює кулю, яка входить у западину кульшової кістки, завдяки чому можна здійснювати рухи в різних напрямках. Лікоть — це **шарнірний** суглоб (рис. 1.19), виконує функції: згинання, розгинання, обертання.



Рис. 1.19. Суглоби:

а) кульшовий;
б) ліктьовий



Рис. 1.20. Зв'язки





Попрактикуйтеся

4

На рис. 1.21 розгляньте кістки й м'язи руки:

- опишіть зміни, які відбуваються, коли м'яз скорочується. Назвіть м'яз, який скорочується, щоб підняти передпліччя;
- опишіть, що відбувається з обома м'язами, коли рука опускається;
- поясніть, чому існує пара м'язів, які рухають передпліччя вгору та вниз.

5

До якого типу суглобів належить ваше плече? Обґрунтуйте відповідь.



Рис. 1.21. Кістки та два м'язи



Завдання 1.3. Дослідження м'язів рук

Проведіть дослідження, у якому з'ясуєте, які м'язи рук скорочуються, коли ви піднімаєте руки вгору або натискаєте на край столу.



- Знайдіть стіл (або виступ), який не зрушиться з місця, якщо ви натиснете на нього або потягнете вгору.
- Прочитайте інструкцію, як виконувати вправу, та висуньте гіпотезу, в якій зазначте, що буде відбуватися з м'язами.
- Виконайте вправу 3–4 рази.
- Запишіть свої спостереження.
- Проаналізуйте, чи була ваша гіпотеза правильною.

Як виконувати вправу

- Поверніть праву руку долонею догори.
- Тримайте руку рівно, а пальці просуньте під край столу.
- Лівою рукою візьміться за передню частину правої руки вгорі.
- Потягніть пальці правої руки вгору, ніби піднімаючи стіл.
- Візьміться за тильну сторону правої руки вгорі.
- Витягніть пальці правої руки вгору.
- Покладіть пальці правої руки на стіл (долонею догори).
- Повторіть кроки 3–6 вище, але цього разу штовхайте пальці вниз.





Травми



Рис. 1.22. Перелом кістки

Травми можуть бути болючими й заважати людині легко рухатися. Найпоширеніші травми:

- переломи (зламани кістки);
- вивихи (коли кістка зміщується в суглобі, а це означає, що м'язи не можуть тягнути кістки в правильному напрямку);
- розтягнення м'язів (коли м'яз занадто сильно розтягнутий);
- розтягнення зв'язок.



Попрактикуйтеся

6

Розгляньте рентгенівський знімок на рис. 1.23:

- а) визначте суглоб, який був пошкоджений;
- б) назвіть тип з'єднання та вид травми;
- в) зазначте причину, чому у разі цього типу травми рух у суглобі стає дуже утрудненим.

7

Як ви вважаєте, в яких суглобах більше антагоністичних пар м'язів? Поясніть свою відповідь.



Рис. 1.23. Пошкоджений суглоб



Наука в гії. Електронні імпланти



Рис. 1.24. Імплант кульшового суглоба

Найважливішою технологією, яка з'явиться у найближчому майбутньому, є електронні імпланти. У минулому столітті буди розроблені механічні імпланти (рис. 1.24), які успішно застосовуються у ендопротезуванні.

Наразі науковці світу сконцентрували увагу на розробках протезів, які б могли функціонувати максимально наближено до справжніх рук і ніг. Наразі найбільш дослідженою та близькою до впровадження технологією є інтерфейс «мозок-комп'ютер». Він обробляє сигнали мозку й передає їх на роботизовані пристрої: штучні кінцівки-протези, курсори миші або інвалідні візки. Завдяки цій технології хворі можуть силою думки керувати протезами.





Рис. 1.25. Журнал Time

Біонічні протези (рис. 1.26) — це ноу-хау в протезуванні. Вони надфункціональні та здатні повернути людині дрібну моторику рук та природну ходу. У світі з'являється дедалі більше стартапів, які намагаються поєднати технологію біонічного протезування з 3D-технологіями.

Біонічну руку — розробку українського стартапу, співзасновником якого є лікар та інженер Дмитро Ґазда — визнали одним із найкращих винаходів 2022 року за версією журналу Time. Вона прикрасила обкладинку одного з випусків журналу 2022 року (рис. 1.25).

Протез має 24 датчики, які виявляють й обробляють м'язову активність і мозкові імпульси. Їх опрацьовує штучний інтелект. Це схоже на те, як люди керують своїми біологічними руками: мозок надсилає сигнали м'язам передпліччя, вони скорочуються, і це сприяє певним рухам. Утім, роборука — це лише перший крок українських науковців на шляху розробок електронних імплантів. Уже планується розпочати розробку біонічної ноги (рис. 1.27).



Рис. 1.26. Біонічна рука



Рис. 1.27. Біонічна нога



Підсумки

- ✎ Суглоб — рухоме з'єднання кісток скелета, розділених щілиною.
- ✎ М'язи — активна частина опорно-рухової системи, скорочення якої зумовлює переміщення частин або всього тіла в просторі.
- ✎ Зв'язки — щільні утворення з фіброзної тканини, що скріплюють між собою кістки.
- ✎ Сухожилки — складні структури, що складаються з пучків волокон, які з'єднують м'язи з кістками, і відповідають за рух.



Ключові поняття

Скелет, м'язи, суглоби, зв'язки, сухожилки, м'язи-антагоністи.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу назвати функції скелетно-м'язової системи органів.
- ☒ Я можу робити припущення на основі гіпотез, представляти докази, зважаючи на отримані дані.

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

- Ваше серце, кров і кровоносні судини — все це складові:
 - дихальної системи;
 - видільної системи;
 - кровоносної системи;
 - нервової системи.
- Під час переливання несумісної за резус-фактором крові виникає: резус-фактор, гомеостаз, інфаркт чи резус-конфлікт?
- Однією з функцій опорно-рухової системи є захист:
 - назвіть орган, захищений черепом;
 - назвіть органи, захищені ребрами.
- Чадний газ — це отруйний газ, який зв'язується з гемоглобіном та позбавляє змоги інші речовини приєднатися до нього. Одним із симптомів отруєння чадним газом є збільшення частоти дихання. Поясніть цей симптом.



II. Здійснюю пошук та опрацювую інформацію

- Розгляньте рис. 1.28, на якому показано деякі м'язи та кістки навколо коліна ноги людини та надайте відповіді на питання.

- Назвіть, що з'єднує м'яз з кісткою.
- Зазначте, що з'єднує кістки між собою.
- Який м'яз повинен скоротитися, щоб гомілка рухалася в напрямку, показаному стрілкою?
- Що відбувається з іншим м'язом під час цього руху?



Рис. 1.28. Схема будови ноги людини

- Розгляньте рис. 1.29 та надайте відповіді на запитання.

- Як називається частина легені, де відбувається газообмін?
- Дайте назви частинам X та Y.
- Поясніть, як структури, зображені на схемі, пристосовані до газообміну.

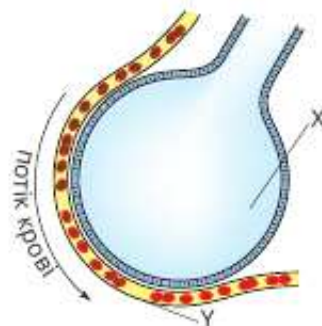


Рис. 1.29. Газообмін у клітині легені

7. Побудуйте в зошиті та заповніть цю таблицю за зразком опису ліктьового суглоба. Скористайтеся додатковими джерелами інформації для пошуку характеристик інших суглобів.

Назва суглоба	Тип суглоба	Опис руху суглоба
Ліктьовий суглоб	Шарнірний	Ліктьовий суглоб здійснює згинання, розгинання, обертання. Біцепс скорочується та піднімає передпліччя вгору, а скорочення трицепса опускає його вниз.
Плечовий суглоб		

III. Проводжу дослідження природи

8. Під час змагань із бігу на короткі дистанції були виміряні швидкість бігу спортсменів та частота їхнього пульсу. За результатами вимірювань було побудовано графік (рис. 1.30).

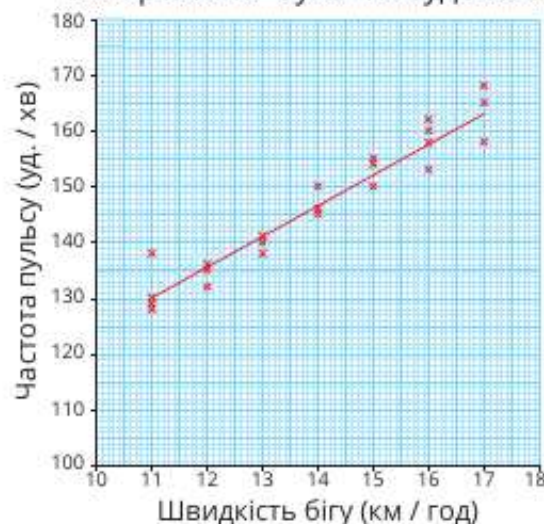


Рис. 1.30. Графік залежності частоти пульсу від швидкості бігу

звичайної круглої) зустрічається у 30 % населення. Чи можна стверджувати, що ця статистика дійсна для всіх жителів нашої планети. Чому?

10. Студент досліджував формені елементи крові, але забув заповнити протокол (рис. 1.31). Допоможіть йому із цим завданням, заповніть пропуски.

Протокол дослідження



Назва:

Функція:



Назва:

Функція:



Назва:

Функція:

Рис. 1.31. Протокол дослідження

Розділ 2. Харчування

2

Харчування є основою здорового способу життя людини. Баланс складових їжі, таких як білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мікро- і макроелементи та клітковина, впливає на фізичне та психічне здоров'я, розумову діяльність. Проте, у багатьох регіонах світу існує дефіцит окремих речовин у харчових продуктах. Метод генетичної модифікації організмів може допомогти розв'язати цю проблему. Наприклад, з метою подолання браку вітаміну А науковці розробили новий сорт рису, відомий як «золотий рис», що містить каротиноїди. А це — матеріал для синтезу вітаміну А в організмі людини.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про принципи збалансованого харчування;
- про наслідки браку або надлишку складових їжі в організмі;
- як обмеження в харчуванні та фізичні навантаження впливають на стан організму людини.

У цьому розділі ви навчитеся:

- аналізувати склад харчових продуктів;
- розробляти оптимальний добовий раціон;
- розуміти вплив способу життя на здоров'я;
- виявляти закономірності та аналізувати сучасні тенденції у харчуванні людини.



rnk.com.ua/108375



Збалансоване харчування

Будете
навчатися:

- описувати функції складових їжі в організмі людини;
- аналізувати склад харчових продуктів;
- розуміти значення збалансованого харчування та розробляти оптимальний добовий раціон.



Харчування

Збалансоване харчування забезпечує організм необхідними речовинами та енергією, підтримує **метаболізм** (колообіг речовин). Харчові продукти, які споживає людина, містять основні складові: білки, вуглеводи, ліпіди (жири), вітаміни, мікро- та макроелементи, воду та харчові волокна (клітковину) (рис. 2.1). У організмі, в органах травної системи та в клітинах, відбувається перетворення та розкладання речовин. Так тіло забезпечується молекулами для вибудовування чи відновлення його частин. Молекули білків, вуглеводів та ліпідів можна розкласти й отримати енергію. Тому їх ще називають поживними речовинами.



Рис. 2.1. Складові їжі



Рис. 2.2. Джерела клітковини

Серед компонентів їжі особливе місце посідають харчові волокна. Вони стимулюють скорочення стінок кишечника, оптимізують травлення, є матеріалом для живлення кишкової мікробіоти. Джерелами клітковини є насіння бобових та цільних злаків, овочі та фрукти (рис. 2.2).

Збалансоване харчування передбачає споживання харчових продуктів, до яких адаптовані попередні покоління жителів відповідної території. Для раціону українців типовими можуть бути гречана, ячна та пшенична каші, страви з бобових, капусти, моркви та буряка, місцеві фрукти та ягоди, горіхи. Але харчування має бути і максимально різноманітним. Тому варто в невеликій кількості споживати і цитрусові, і гриби тощо.



Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте, навіщо клітковина потрібна організму. Які джерела клітковини наявні у вашому раціоні?
- 2 Проаналізуйте тарілку здорового харчування (рис. 2.3). Зазначте джерела вуглеводів.



Рис. 2.3. Тарілка здорового харчування



Етикетки на харчових продуктах



Рис. 2.4. Етикетки на харчових продуктах

Відповідно до законодавства України й інших країн на етикетках харчових продуктів повинна бути інформація щодо енергетичної цінності та вмісту поживних речовин (рис. 2.4). Ці етикетки можуть допомогти людям зробити вибір харчових продуктів за їх енергетичною цінністю / поживністю. Нашому тілу потрібна енергія, щоб рости, рухатися, розумово та фізично працювати. Ми вимірюємо енергію в одиницях, які називаються джоулями (Дж). В одному кілоджоулі (кДж) міститься 1000 джоулів. Щодня організму людини потрібно від 8000 до 10000 кДж енергії.

Компоненти	На 40 грамів	На 100 грамів
Енергія	600 кДж (143 ккал)	1500 кДж (358 ккал)
Білки	4,7 г	11,8 г
Вуглеводи	20,9 г	52,3 г
цукор	10,0 г	25,0 г
крохмаль	10,9 г	27,3 г
Жири	1,9 г	4,7 г
Кальцій	200 мг	500 мг
Ферум	27 мг	68 мг
Вітамін С	10 мг	25 мг
Клітковина	9,9 г	24,8 г

Енергія також вимірюється в калоріях (кал) або кілокалоріях (ккал).

1 ккал = 1000 кал.

1 кДж = 0,2388 ккал.

Багато виробників зазначають кількість різних типів вуглеводів.

Складові харчового продукту зазначають у грамах та міліграмах (1 г = 1000 мг).

Рис. 2.5. На етикетках харчових продуктів виробники зазначають, які поживні речовини містяться в 100 г продукту або в певній порції продукту





Вуглеводи

Вуглеводи — це речовини, що складаються з атомів Карбону, Гідрогену та Оксигену. Прості вуглеводи містять малу кількість структурних елементів — одну чи кілька молекул, добре розчиняються у воді, солодкі на смак і швидко засвоюються організмом. Прикладом простого вуглеводу є сахароза — цукор. Складні вуглеводи побудовані із сотень молекул, нерозчинні у воді, не мають солодкого смаку і повільно розщеплюються в організмі. Приклад складного вуглеводу — крохмаль.



Рис. 2.6. Джерела вуглеводів



Рис. 2.7. Рекомендовано вживати лише невелику кількість солодоців

Вуглеводи є основним джерелом енергії. Під час процесу травлення складні вуглеводи розщеплюються до простих. Енергія з вуглеводів, спожитих з їжею, вивільняється для роботи внутрішніх органів та підтримання процесів життєдіяльності. Клітини печінки та м'язів можуть їх запасати у формі складного вуглеводу — глікогену. Крохмаль є основним вуглеводом у нашому раціоні. Джерелами крохмалю є овочі, крупи, бобові (рис. 2.6). Проте, споживати багаті на крохмаль продукти необхідно обережно. Зокрема, обмежувати в раціоні страви з картоплі та білого борошна. Сахарозу використовують під час виготовлення різноманітних солодоців — десертів, цукерок, солодкої випічки (рис. 2.7).

Прості вуглеводи швидко засвоюються і мають високу енергетичну цінність. Вони є поживним середовищем для розмноження хвороботворних бактерій, і це порушує збалансований мікробіом. Як наслідок, руйнується емаль зубів, порушується процес засвоєння речовин у кишечнику.



Попрактикуйтеся

3

Навіщо організму потрібні вуглеводи?

4

Пригадайте джерела крохмалю у вашому раціоні.



Жири



Рис. 2.8. Джерела жирів

Організм використовує жири (ліпіди) для запасання енергії. Жири також накопичуються під шкірою та навколо внутрішніх органів, що допомагає підтримувати тепло тіла і дає механічний захист. Джерелами жирів є вершкове масло, твердий сир, олії, молоко тощо (рис. 2.8). Традиційні сало та сметану варто споживати в невеликих кількостях, вони містять насичені жири. Корисні жири, зокрема, ненасичені жирні кислоти омега-3 та омега-6, містяться в жирній / морській рибі, горіхах та рослинних оліях. Переїдання продуктів, що містять жири, провокує збільшення маси тіла.



Білки

Організм використовує білки для отримання речовин, необхідних для побудови нових клітин, відновлення тканин і росту, отримання енергії. М'язи складаються переважно з білків, джерелами яких є м'ясо, сир, яйця, печінка, риба, бобові, молоко тощо (рис. 2.9). Цінність білків у харчуванні полягає в забезпеченні організму незамінними амінокислотами, які він не здатний синтезувати самостійно. До людей, які потребують багато білків у своєму раціоні, належать, наприклад спортсмени.



Рис. 2.9. Джерела білків



Попрактикуйтеся

- 1 Назвіть джерела жирів у вашому раціоні.
- 2 Пригадайте продукти з вашого раціону, що багаті на білки.
- 3 Зазначте одне джерело білків, яке не є тваринним.
- 4 Поясніть, чому спортсменові потрібно споживати багато білків.



Вітаміни та мінерали

У раціоні необхідна невелика кількість вітамінів і мінералів. Кожен з них виконує певну функцію, яка підтримує здоров'я та працездатність організму. У таблиці 2.1 наведено кілька прикладів.



Таблиця 2.1. Окремі приклади вітамінів і мінералів

Вітамін або мінерал	Джерела	Значення	Захворювання у разі нестачі
вітамін А	сир, яйця, жирна риба	зберігає очі та шкіру здоровими	куряча сліпота
вітамін С	смородина, шипшина, малина, яблука, ананаси	зберігає шкіру та ясна здоровими, стимулює обмін речовин	цинга
вітамін D	жирна морська риба, червоне м'ясо, печінка тріски, яйця	транспортує Кальцій до кісток, м'язів та мозку	рахіт
Кальцій (мінерал)	молоко, сир, бобові, горіхи	обумовлює міцність кісток, скорочення м'язів, стимулює згортання крові й роботу нервової системи	остеопороз, гіпокальціємія
Ферум (мінерал)	квасоля, м'ясо, печінка, буряк, темно-зелені овочі, сухофрукти	входить до складу гемоглобіну еритроцитів	залізодефіцитна анемія



Попрактикуйтеся

- 9 Назвіть вітаміни і джерела цих вітамінів у вашому раціоні.
- 10 Наведіть приклади ваших повсякденних страв, що є джерелом Кальцію.



Збалансоване харчування

Жоден харчовий продукт не містить усіх поживних речовин (рис. 2.10), необхідних організму. Якщо ви вживаєте різноманітні продукти та отримуєте поживні речовини в необхідних кількостях, ваше харчування є збалансованим. Оптимальне співвідношення білків, жирів і вуглеводів (за масою) в добовому раціоні становить 1:1:4.



Рис. 2.10. Для збалансованого харчування необхідно вживати велику кількість овочів і ягід. Продукти, що містять багато жирів і цукру, повинні становити лише невелику частину вашого раціону



Наука в гії. Рекомендації щодо збалансованого харчування

У грудні 2017 року МОЗ України затвердило норми фізіологічних потреб населення в білках, жирах і вуглеводах. «Українська здорова тарілка» сформована на основі ментальних особливостей і культури їжі.

Українцям рекомендують споживати протягом доби 300 г овочів, 300 г фруктів і ягід, 75 г бобових, дві ложки горіхів і насіння, 70 г рослинних олій. Молочна та кисломолочна продукція має бути низької жирності.



Рекомендації МОЗ України

- 1 Контролюйте калорійність їжі
- 2 Щодня вживайте корисні харчові продукти
- 3 Споживайте менше солі, цукру та жирів
- 4 Дотримуйтесь оптимального режиму харчування
- 5 Дотримуйтесь правил харчової безпеки
- 6 Пийте достатньо рідини
- 7 Більше рухайтесь



Завдання 2.1. Вивчення рекомендацій щодо харчування

Які рекомендації щодо харчування існують у різних країнах?



1. За допомогою додаткових джерел інформації дізнайтеся, які кількості поживних речовин рекомендується вживати в Україні та інших країнах Європи.
2. Подайте зібрану інформацію у вигляді таблиці, щоб порівняти ці значення.



Підсумки

- Збалансоване харчування включає оптимальну кількість складових їжі, отриманих із харчових продуктів.
- У раціоні мають бути наявні вода та клітковина.
- Вуглеводи та жири є джерелами енергії, підтримують нервову систему, синтез нуклеїнових кислот, забезпечують теплоізоляцію та захист органів.
- Білки необхідні для побудови нових клітин, відновлення тканин і росту, отримання енергії.



Ключові поняття

Вуглеводи, раціон, жири, поживна речовина, білки, вітаміни, клітковина, мінеральні речовини.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу характеризувати важливість збалансованого харчування для організму людини.
- ☒ Я можу описувати функції різних поживних речовин.





Вплив способу життя на здоров'я

**Будете
навчатися:**

- усвідомлювати вплив способу життя на здоров'я;
- презентувати й інтерпретувати результати вимірювань і спостережень;
- описувати тенденції та закономірності результатів.



Вплив харчування

Люди, які не отримують достатнього харчування, можуть мати дефіцит поживних речовин. Це чинить негативний вплив на їхнє здоров'я, ріст і розвиток.

Графік на рис. 2.11 показує, як зріст чоловіків може залежати від кількості білків, яку вони споживають. Дані зібрані з понад 150-ти країн.

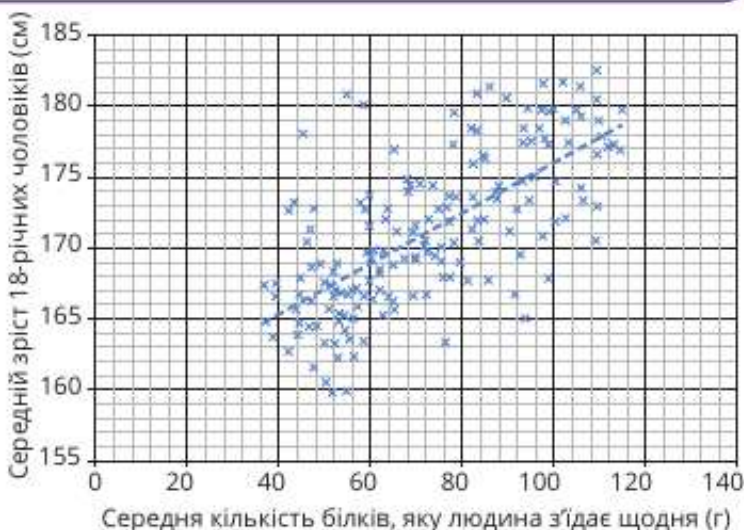


Рис. 2.11. Залежність зросту від кількості щоденного споживання білків

Проаналізуйте запропонований графік. Зазначте крайні межі середнього зросту чоловіків різних країн у разі щоденного споживання 50 г білків.

Порівняйте ці показники із межами середнього зросту під час споживання 90 г білків, 110 г білків.



Попрактикуйтеся

1

Знайдіть додаткову інформацію про функції Кальцію в організмі. Подумайте, чому нестача Кальцію впливає на ріст та розумові здібності.



Набуття надлишкової ваги

Про незбалансований раціон говорять не лише у разі нестачі поживних речовин, а і в разі надмірної їх кількості. Наслідком цього є ожиріння. Через надмірне споживання вуглеводів і жирів збільшується маса тіла. Нестача фізичної активності погіршує цю проблему.

Набуття надлишкової ваги підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань, зокрема цукрового діабету 2-го типу та високого артеріального тиску. У разі цукрового діабету 2-го типу надлишок глюкози в крові ушкоджує серце, судини та очі. Високий артеріальний тиск може спричинити пошкодження серця, мозку та судин, а його підвищення часто пов'язане з надмірним споживанням солі. Високий уміст солі мають чипси, хліб, ковбаси та соуси.



Рис. 2.12. Причинами ожиріння є переїдання та відсутність фізичної активності



Рис. 2.13. Серцево-судинні захворювання (інфаркт міокарда)

Вживання надмірної кількості жирів призводить до блокування деяких судин унаслідок утворення ліпідних бляшок на їхніх стінках. Це може спричинити появу серцево-судинних захворювань (рис. 2.13). В Україні щорічно реєструють 18–20 тисяч нових випадків ожиріння серед дітей та підлітків.



Попрактикуйтеся

2

Які фактори в раціоні можуть спричинити високий кров'яний тиск?

3

Поясніть, чому брак фізичної активності може спричинити ожиріння.

4

Унаслідок інсульту мозок пошкоджується, бо кров припиняє надходити до його частин. Назвіть дві причини, через які це може статися.



Фітнес і фізичні вправи

Фізично підготовлені люди легше виконують необхідні завдання протягом дня (наприклад, піднімаються сходами й не задихаються). Як і здорове, збалансоване харчування, фізична підготовка також допомагає зберегти здоров'я. Багато людей обирають активний спосіб життя і регулярно займаються фізичними вправами (наприклад, ходьбою або велоспортом). Фізичні вправи зміцнюють м'язи й кістки, що допомагають вам рухатися. Вони також зміцнюють серцевий м'яз, що робить серце більш ефективним у перекачуванні крові.





Ліки

Ліки — це хімічні речовини, які змінюють роботу організму (рис. 2.14). Деякі ліки допомагають боротися з хворобами, інші зменшують біль, можуть полегшити закладеність носа. У разі погіршення самопочуття людина має обов'язково звернутися до лікаря та неухильно дотримуватися його рекомендацій.



Рис. 2.14. Ліки ще називають фармацевтичними препаратами



Тютюнокуріння

Тютюнокуріння — це процес вдихання диму від висушеного листа тютюну, що тліє, зазвичай у вигляді сигарет. Ця шкідлива звичка має серйозні негативні наслідки для здоров'я (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Легені, що демонструють вплив тютюнового диму

Тютюновий дим пошкоджує клітини дихальної системи. Особливо це стосується війчастих і залозистих епітеліальних клітин у трахеї та бронхах, які допомагають утримувати легені чистими. Речовини, що входять до складу диму, пошкоджують війки й паралізують їх. Вони більше не можуть рухатися і не здатні штовхати слиз, який виробляють залозисті клітини. Щоб позбутися слизу курцям доводиться його відкашлювати.



Попрактикуйтеся

5

Поміркуйте, чому війки припиняють працювати в легенях курців? Складіть перелік причин та оформіть у вигляді тез.

6

Поясніть, чому курці зі стажем частіше хворіють на легеневі інфекції.



Тютюновий дим містить наркотичну речовину під назвою нікотин, яка впливає на мозок і збільшує частоту серцевих скорочень. З часом нікотин пошкоджує кровоносні судини й може підвищити ймовірність їхнього закупорювання. Тютюновий дим також містить чорну, липку суміш речовин, яка називається смолою. Остання може спричинити онкологічні захворювання, провокує розвиток злоякісних пухлин у великих і дрібних бронхах, а також у тканинах легень.



Попрактикуйтеся

7

а) Опишіть вплив нікотину на організм.

б) Поясніть, як нікотин пошкоджує кровоносну систему.

8

Тканини легень у здоровому стані рожевого кольору (а). Розгляньте рис. 2.16. Чому колір тканин легень б, в не рожевий?



Рис. 2.16. Вплив тютюнокуріння



Наука в гії. Тютюнокуріння

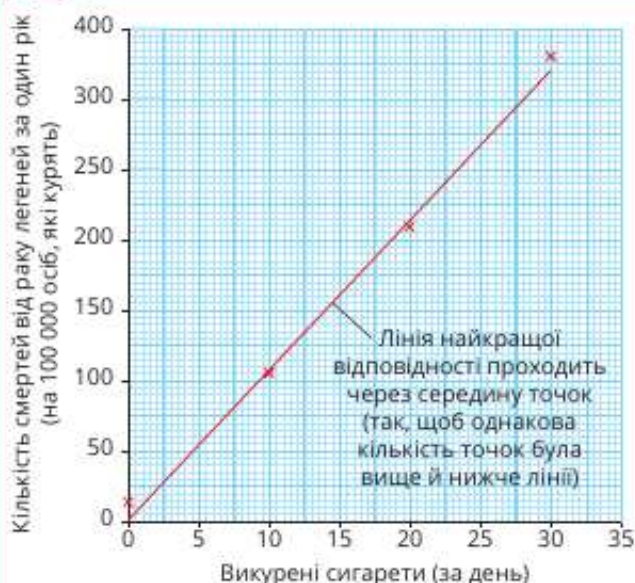


Рис. 2.17. Залежність кількості смертей від раку легень від кількості викурених сигарет

Ці дві змінні залежали одна від одної (рис. 2.17). Наукове дослідження показало, що між 1990 і 2015 роками тютюнокуріння стало причиною кожної 10-ї смерті у світі. Особливо небезпечне «пасивне куріння». Частота хвороб дихальних шляхів у таких людей вища, ніж у курців. Поміркуйте, в чому причина. Скориставшись додатковими джерелами інформації, знайдіть статистику куріння та економічних збитків від тютюнокуріння для України.

Між 1900 і 1950 роками у Великій Британії спостерігалось значне зростання захворюваності на рак легень. Лікар Річард Долл висунув три можливі гіпотези, щоб пояснити це. Він уважав, що кількість людей, хворих на рак легень, може залежати від:

- обсягів будівництва доріг;
- автомобільного трафіку;
- кількості курців.

Долл зробив багато спостережень. Лікар виявив, що чим більше людей курять, тим більше смертей від раку легень.



Вживання алкоголю

Алкогольні напої — напої, що містять етиловий спирт. Їх вживання завдає значної шкоди організму. Потрапляючи до тіла людини крізь стравохід, етанол швидко всмоктується.



У шлунку поглинається 20 % початкового етанолу, а у тонкому кишківнику — 80 %. Після поглинання він потрапляє у кров уже за 5 хвилин. Потрапивши в головний мозок, етанол впливає на різні центри регуляції, що призводить до порушення функцій центральної нервової системи. Етанол має виражену токсичну дію на органи дихання. Розвиваються бронхолегеневі інфекції внаслідок зменшення захисних функцій організму.



Під дією етанолу розчиняються ліпіди клітинних мембран, зокрема, у клітин міокарду, збільшується проникність мембран і порушується обмін йонів Натрію, Калію, Магнію та Кальцію.



Попрактикуйтеся

9

У ємність зі спиртом помістіть шматочок сирого м'яса та залиште на декілька годин. Спостерігайте за змінами та зробіть висновки.



Завдання 2.2. Дослідження впливу алкоголю на живі організми

Перевірте вплив токсичних речовин (спирту) на якість та швидкість проростання насіння квасолі. Сплануйте експеримент, підготуйте необхідні матеріали та обладнання.



1. У три скляні посудини розмістіть насіння квасолі.
2. У першу посудину додайте 100 мл чистої води, в другу 90 мл води та 10 мл етилового спирту, у третю — 80 мл води та 20 мл спирту.
3. Спостерігайте за якістю та швидкістю проростання насіння протягом 10 днів. Результати спостережень фіксуйте в таблиці (стан насінин, довжина корінців та паростків, запах, наявність плісняви тощо).
4. Зробіть висновки зі спостережень.



Підсумки

- ✎ Вживання занадто великої кількості їжі, багатої на жири та вуглеводи, може призвести до ожиріння.
- ✎ Тютюновий дим містить нікотин, який спричиняє залежність.
- ✎ Смоли, що містяться в тютюновому димі, можуть спричинити онкологічні захворювання.



Ключові поняття

Серцево-судинні захворювання, високий кров'яний тиск, фармацевтичний препарат, нікотин, смола, пухлина, діабет, етанол.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу оцінювати вплив способу життя на здоров'я людини.
- ☒ Я можу визначати тенденції та закономірності даних.

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Якщо організм не використовує спожиті вуглеводи, вони перетворюються на:

- А** жири; **Б** сахарозу; **В** білки; **Г** глюкозу.

2. Важливою складовою для кісток є:

- А** натрій; **Б** кальцій; **В** залізо; **Г** вітамін D.



3. Джерелом білків у раціоні є:

- А** картопля; **Б** олія; **В** рис; **Г** м'ясо.

4. Незбалансоване харчування може призвести до набуття надлишкової ваги. Опишіть детальніше, які звички в харчуванні сприяють цьому.

5. Наведіть причини, чому потрібно споживати кожну з цих поживних речовин: вуглеводи; жири; білки.

6. Припустіть причину утворення закупорки кровоносних судин у людини. Поясніть, чому закупорка спричиняє підвищення кров'яного тиску.



II. Здійснюю пошук та опрацювую інформацію



7. У таблиці наведено деяку інформацію про хімічний склад харчових продуктів:

Цінність однієї порції	Квасоля (45 г)	Авокадо (38,8 г)	Рис (56,2 г)
Енергія	500 кДж	700 кДж	850 кДж
Білки	16 г	2 г	4 г
Вуглеводи (зокрема, цукор)	4 г (4 г)	0,8 г (0,7 г)	48 г (0,3 г)
Жири	2 г	29 г	3,6 г
Кальцій	20 мг	0,024 г	2,5 мг
Ферум	5,9 мг	1 мг	4 мг
Клітковина	23 г	7 г	0,6 г



- а) Науковець назвав один із наведених харчових продуктів збалансованим. Що він мав на увазі?
- б) Учень припустив, що рис містить більше енергії, ніж квасоля чи авокадо. Поясніть це припущення.
- в) Порахуйте, скільки міліграмів Кальцію міститься в цій порції авокадо.

8. В одному з експериментів науковець вимірював швидкість руху крові, що протікає крізь капіляри в шкірі людей, які отримали різну кількість нікотину. Після експерименту швидкість руху крові повернулася до норми.

- а) Яка залежність простежується в цих даних?
- б) Поясніть, яким чином нікотин впливає на капіляри, щоб викликати цей ефект.

Маса нікотину, що надійшла в організм (мг)	Середня швидкість руху крові в капілярах (мм ³ /с)
0	0,000047
0,50	0,000036
0,98	0,000034
1,90	0,000027

III. Проводжу дослідження природи

9. Науковець використав деякі харчові продукти, щоб нагріти воду (рис. 2.18). Таким чином він хотів дізнатися, який харчовий продукт містить найбільше енергії.

- а) Яку змінну (показану в таблиці) контролював науковець?
- б) Знайдіть ще одну контрольовану змінну.
- в) Який харчовий продукт містить найбільше енергії? Поясніть відповідь.
- г) У яких одиницях вимірюється кількість енергії?



Рис. 2.18

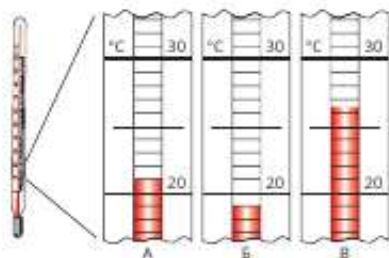


Рис. 2.19

Харчовий продукт	Температура води на старті (°C)	Температура води наприкінці (°C)
Картопляні чипси	20,1	23,0
Печиво	20,1	24,8
Попкорн	20,1	24,2

10. Розгляньте рис. 2.19. Які температури показують термометри А, Б і В?

Розділ 3. Вугільна система

3

На фото зображений римський туалет посеред пральні. Римляни збирали сечу та використовували її як засіб для виведення плям при пранні одягу. Сеча містить сечовину, яка розщеплюється, утворюючи амоніак. Ми й сьогодні використовуємо амоніак як засіб для виведення плям.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про органи, що утворюють видільну систему людини;
- як і чому виробляється сеча;
- про будову та функції шкіри.

У цьому розділі ви навчитеся:

- виявляти сильні та слабкі сторони аналогій та моделей;
- використовувати наукові знання і висновки одного дослідження для планування подальших експериментів.



rnk.com.ua/108378



Органи та будова видільної системи організму людини

Будете навчатися:

- описувати будову видільної системи людини;
- розуміти, як нирки фільтрують кров для видалення сечовини, яка виводиться з сечею;
- аналізувати сильні та слабкі сторони моделей і аналогій.



Вигілення

Екскреція відбувається, коли організм позбувається відходів, які він виробив у своїх клітинах. Живі організми (зокрема, рослини, тварини і людина) виділяють певні речовини, наприклад, рослини — кисень у процесі фотосинтезу, а тварини і людина — вуглекислий газ у процесі дихання. Функцію виділення в організмі людини виконують легені, шкіра, печінка, кишечник та нирки. Кожен з цих органів виводить кінцеві продукти розщеплення речовин.

Кровоносні судини несуть кров з продуктами обміну до нирок і забирають очищену кров від них.

Кожна **нирка** очищає кров, видаляючи продукти переробки речовин, і виробляє сечу.

Сечоводи — це трубки, які проводять сечу до сечового міхура.

Сечовий міхур накопичує сечу.

Сечовипускальний канал (уретра) — це трубка, яка виводить сечу з організму.

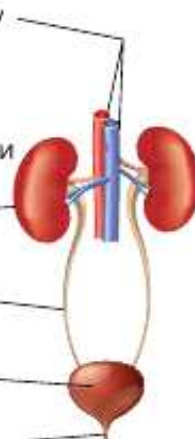


Рис. 3.1. Сечовидільна система людини



Попрактикуйтеся

- 1 Пригадайте, яку речовину виводять легені.
- 2 Неперетравлена їжа виходить з травної системи у вигляді фекалій. Поясніть, чому цей процес не є прикладом виділення.



Сечовидільна система

Однією з систем органів людини є сечовидільна система, функція якої полягає у видаленні продуктів обміну та надлишку води з крові шляхом утворення сечі. Органи сечовидільної системи показані на рис. 3.1. Нирки виводять сечовину, яка утворюється в результаті розщеплення білків. Окрім цього, вони регулюють баланс йонів Калію, Натрію, Хлору, виводять сечову кислоту та надлишкову воду, підтримуючи хімічну рівновагу організму. Занадто велика кількість сечовини в крові може пошкодити печінку та серце.

Процеси очищення крові — фільтрація та реабсорбція — відбуваються в дрібних структурах нирки — нефронах. Кожний нефрон утворений нирковим тільцем (яке складається з клубочку капілярів, оточеного капсулою Боумена-Шумлянського), звивистого каналу першого порядку, петлі Генле, звивистого каналу другого порядку, що впадає у збирну трубочку. I етап — фільтрація — відбувається в нирковому тільці. В результаті утворюється первинна сеча, яка відрізняється у нормі від плазми крові відсутністю білків. II етап — реабсорбція — зворотнє всмоктування в кров корисних речовин (глюкози, води, солі), відбувається в звивистих канальцях. Так сечовина і невелика кількість води проникають у збирні трубочки, що відкриваються у ниркову миску. Таким чином утворюється вторинна (кінцева) сеча, яка потрапляє в сечовий міхур по сечоводах. Сечовий міхур накопичує сечу. Коли людина вирішує сходити в туалет, сеча виходить з організму по іншій трубці — уретрі, що має сфінктери.



Попрактикуйтеся

3

Поясніть, чому важливо, щоб нирки фільтрували кров.

4

Нирку можна порівняти з фільтром в акваріумі для риб. Акваріумний фільтр використовується для видалення відходів із води, щоб підтримувати воду чистою, а риб здоровими.

а) Обґрунтуйте, чим нирка схожа на акваріумний фільтр.

б) Поміркуйте, які переваги цієї аналогії. У чому її недоліки?



Рис. 3.2. Акваріумний фільтр



Проблеми з нирками

У таблиці наведено приблизні концентрації деяких речовин у плазмі крові та сечі. Функціонування нирок може порушуватися внаслідок різних захворювань. У людей із захворюваннями нирок часто з'являються білки в сечі, оскільки фільтри всередині нирок пошкоджені. Тому лікарі тестують сечу на вміст білків, якщо підозрюють, що у пацієнта є захворювання нирок.



Речовина	У плазмі крові (г / 100 см ³)	У сечі (г / 100 см ³)
Білок	7	0
Сечовина	0,03	2
Інші речовини	1	0,5





Попрактикуйтеся

- 5 Назвіть речовини, які виводять нирки людини.
- 6 Обчисліть масу сечовини, яка може міститися в 1 л сечі (дані візьміть з таблиці на с. 45).
- 7 У скільки разів концентрація сечовини в сечі вища, ніж у плазмі крові?



Завдання 3.1. Моделювання роботи нирок: процес фільтрації



Об'єднайтеся в пари. Сплануйте та проведіть дослідження:

1. Підготуйте необхідне обладнання та матеріали для проведення дослідження: прозора пляшка з водою (імітація крові); фільтрувальний папір або ватяний диск (імітація нефронів); пісок або кавова гуща (імітація відходів і токсинів); лійка; ємність для збору «фільтрованої рідини».
2. Наповніть пляшку водою, додавши пісок або кавову гущу, як імітацію відходів, які організм має вивести.
3. Вставте фільтрувальний папір (або ватяний диск) у лійку та починайте повільно наливати суміш води з піском або кавовою гущею крізь фільтр.
4. Спостерігайте, як фільтр затримує тверді частинки (відходи), дозволяючи чистій воді протікати далі.
5. Обговоріть у групах, що так само працюють нирки: вони фільтрують кров, затримуючи шкідливі речовини, які виводяться з організму з сечею.
6. Зробіть висновок, що сталося з «відходами» після фільтрації. Як робота нирок допомагає підтримувати здоров'я організму? Що може статися, якщо нирки припинять виконувати свою функцію?



Наука в гії. Діаліз

У 1850-х роках шотландський науковець Томас Грем намагався винайти спосіб розділення речовин за допомогою дуже тонкого фільтра. Одним з об'єктів, які він намагався відфільтрувати, була сеча, з якої науковець зміг виділити сечовину.



Працюючи з Річардом Брайтом, англійським лікарем, вони зрозуміли, що цей метод можна використовувати для фільтрації крові людей, чиї нирки не працюють. Близько 2-х мільйонів людей у всьому світі отримують лікування, яке називається діалізом. Люди з непрацюючими нирками зазвичай проходять діаліз тричі на тиждень, по чотири години щоразу.



Рис. 3.3. Діаліз

Кровоносні судини їх рук під'єднані до діалізного апарату, що прокачує кров крізь набір тонких фільтрів і видаляє сечовину. У кожному обласному центрі України зараз існують клініки діалізу, і люди з хворобами нирок мають змогу подорожувати довше, ніж два дні. У разі тяжких хвороб нирок проводять пересадку від донора. Першу в світі трансплантацію нирки здійснив український хірург Юрій Вороний 3 квітня 1933 року в Херсоні.



Попрактикуйтеся

8

У разі відчуття сильного болю виникає больова анурія — загальмовується робота нирок аж до повного припинення утворення сечі. Яке значення це має для організму людини?



Підсумки

- Сечовидільна система людини складається з нирок, сечоводів, сечового міхура та уретри.
- Нирки фільтрують кров, виводять сечовину, сечову кислоту та надлишкову воду, регулюють баланс йонів Калію, Натрію, Хлору.
- Продукти обміну речовин розчиняються у воді й утворюють сечу, яка по сечоводах потрапляє до сечового міхура.
- Сечовий міхур накопичує сечу до моменту її виведення крізь уретру.



Ключові поняття

Виділення, нирка, сечовий міхур, сечовидільна система, сечовід, уретра, сечовина, сеча.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу описати сильні та слабкі сторони аналогій.
- ☒ Я можу запропонувати подальші дослідження, які можна провести на основі висновків до експерименту.





Будова шкіри та її функції

**Будете
навчатися!**

- досліджувати будову шкіри;
- розрізняти функції шкіри;
- визначати, які профілактичні заходи треба виконувати, щоб процес терморегуляції не порушувався.

**Що таке шкіра****Рис. 3.4.** Шкіра людини

Цікавою особливістю шкіри є те, що вона є симбіотичним органом. На її поверхні живе велика кількість бактерій, які формують мікробіоту шкіри. Ці бактерії не тільки не шкодять, а й є корисними, бо захищають людину від своїх конкурентів — хвороботворних мікроорганізмів.

Зовнішнім покривом людини є шкіра.

Шкіра людини (рис. 3.4) — це найбільший за площею орган. У дорослої людини вона сягає від 1,5 до 2,3 м² та з урахуванням підшкірного жирового шару може становити 16–17 % від загальної маси тіла людини. Товщина шкіри може бути від 0,5 мм (на внутрішніх поверхнях передпліч і на повіках) до 5 мм (на підшвах ніг). Шкіра людей різних рас має різну пігментацію.

**Попрактикуйтеся****1**

Знайдіть у додаткових джерелах інформацію.

а) Чим зумовлений колір шкіри людини?

б) Що таке фототип шкіри?

в) Які фототипи існують?

**2**

Поміркуйте, навіщо необхідно знати свій фототип.

3

Уявіть, що ви відкриваєте стартап із виробництва засобів догляду за шкірою. Які інгредієнти використаєте, як будете просувати продукт, і в чому буде його унікальність?

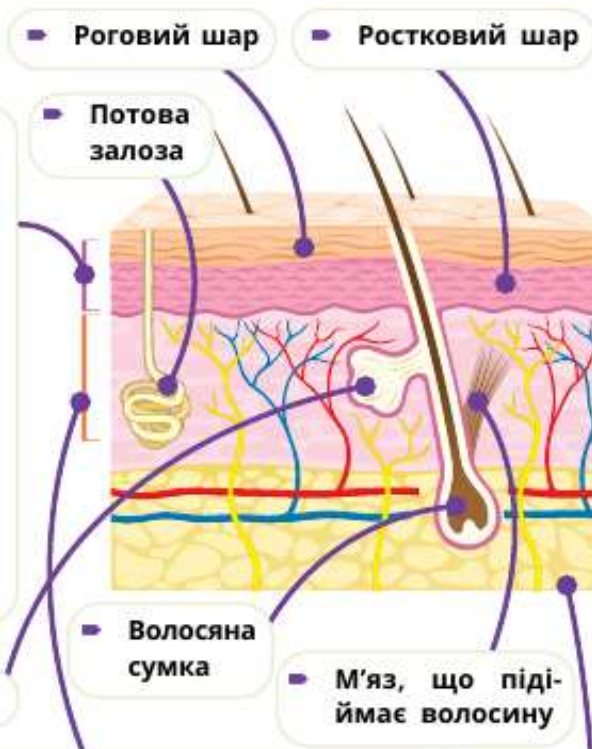


Будова шкіри людини

- **Епідерміс** — це зовнішній шар шкіри, утворений багатошаровим епітелієм. Складається з двох шарів: рогового та росткового. Клітини рогового шару мертві та виконують захисну роль. У ростковому шарі клітини дрібні та активно розмножуються, це забезпечує високу регенерацію верхнього шару шкіри.

Функції епідермісу:

1. Створює бар'єр, що захищає організм від зовнішніх агентів, мікроорганізмів, токсинів і ультрафіолетового випромінювання.
2. Регулює втрату вологи організмом, допомагає утримувати цю вологу в шкірі та запобігає випаровуванню.



- **Дерма (власне шкіра)** — це другий шар шкіри, розташований під епідермісом. Вона складається зі щільної сполучної тканини, що містить волокна колагену, еластину, велику кількість кровоносних судин та нервових закінчень, потових та сальних заліз, волосяних мішечків.

Функції дерми:

1. Колагенові волокна дерми забезпечують міцність і пружність шкіри, дають змогу їй витримувати різноманітні зовнішні впливи та розтягування.
2. Нервові закінчення допомагають відчувати дотик, тиск, температуру і біль.
3. Потові залози забезпечують виділення надлишку води та деяких продуктів обміну. Піт, що випаровується з поверхні шкіри, охолоджує її.
4. Кровоносні судини забезпечують живлення всіх структур шкіри та слугують депо крові — утримують до 20 % загальної кількості крові. 1 % газообміну здійснюється крізь капіляри.

- **Гіподерма, або підшкірна жирова тканина** — це шар, розташований під дермою, який займає більшу частину загальної товщини шкіри. Він складається із жирових клітин «адипоцитів».

Функції підшкірної жирової тканини:

1. Терморегуляція — допомагає підтримувати оптимальну температуру тіла через ізоляцію від холоду та утримання тепла.
2. Захист — гіподерма слугує як амортизатор, що захищає внутрішні органи від ударів та травм.
3. Збереження енергії — жирові клітини зберігають енергію у вигляді жирів, які є джерелом живлення під час періодів голоду або інтенсивних фізичних навантажень.





Похідні шкіри

Нігті — рогові утвори у вигляді пластинок, що розміщуються на пальцях. Кінчики пальців мають безліч чутливих нервових закінчень, що робить їх однією з найважливіших систем сприйняття інформації. І саме нігті захищають їх від зовнішніх впливів. Місцем росту нігтя є його корінь, а швидкість росту — близько 0,2 мм за добу.



Рис. 3.5. Будова нігтя



Волосся — виконує терморегуляторну, захисну та чутливу функції. У волосині розрізняють корінь (у шкірі) та стрижень (над поверхнею шкіри). Волосинки зберігають тепло й захищають шкіру від спеки та холоду, а очі, ніс, вуха — від пилу, опадів. В основі кожної волосини шкіри є крихітний м'яз-підіймач. Волосся на голові людини в середньому росте зі швидкістю від 7 до 12 мм за місяць.

Шкірні залози — утвори шкіри, що здатні створювати й виділяти певні секрети. До цієї групи залоз належать потові, сальні й молочні. Потові залози мають важливе значення у водно-солевому обміні, виділенні з організму продуктів обміну, терморегуляції. Сальні залози розташовані майже по всій шкірі, за винятком долоней та підшв. Сальні залози виділяють шкірне сало, що змашує шкіру і волосся та надає їм еластичності, оберігає від вологи, висушування. Молочні залози є видозміненими потовими залозами, що розвинені лише в жінок. Основна функція цих залоз — вироблення молока для вигодовування немовлят.



Попрактикуйтеся

4

1646 року в Італії в замку міланського герцога Людовіко Сфорца відбулась урочиста процесія. Її очолював «золотий» хлопчик, який уособлював «золоте століття». Тіло хлопчика було повністю вкрите золотою фарбою. Після процесії про нього забули, і всю ніч він провів на кам'яній підлозі зали, а вранці виявилось, що «золотий» хлопчик помер. Застосувавши знання про функції шкіри, поясніть можливу причину смерті «золотого» хлопчика.





Терморегуляція — важлива функція шкіри

Терморегуляція — це здатність підтримувати температуру тіла в певних межах. Це відбувається за умови, що температура зовнішнього середовища набагато вища або нижча оптимальної для організму.

У людини порівняно постійна температура тіла — 36,6–37 °С. Приблизно 80 % тепла, що утворюється в організмі під час окиснення різних речовин і роботи м'язів, виділяється в зовнішнє середовище крізь шкіру. Тому за високої температури повітря судини шкіри розширюються.



Також зниження температури на поверхні тіла досягається завдяки збільшенню виділення й випаровування поту. Це є важливим механізмом **тепловіддачі**, який оберігає людину від перегрівання. Під сталою температурою тіла мають на увазі температуру внутрішніх шарів тіла, що лежать глибше ніж 2,5 см під шаром шкіри. Температура поверхні шкіри неоднакова на різних ділянках. В організмі людини за одну годину утворюється стільки тепла, що його вистачить, щоб нагріти 1 л крижаної води до кипіння. Під час фізичної роботи утворення тепла зростає в декілька разів.

Кількість теплоти, що віддається тілом людини в навколишнє середовище при випаровуванні поту, визначається за рівнянням: $Q = M_n r$,

де M_n — маса випарованого поту; r — теплота випаровування поту (для води 2450 Дж / г). Наш організм сприймає коливання температури навколишнього середовища за допомогою терморецепторів.

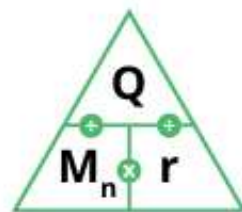


Рис. 3.6. Графічна схема формули



Терморецептори — це особливі нервові клітини, що змінюють свою активність відповідно до зміни температури. Розрізняють холодіві й теплові рецептори. Перші підвищують частоту нервових імпульсів на охолодження і зменшують — на нагрівання; другі, навпаки, збільшують частоту нервових імпульсів під час нагрівання і зменшують — під час охолодження. На 1 см² шкіри припадає 12 холодівих і 1–2 теплових рецептори, а вся поверхня шкіри містить 250 тисяч холодівих рецепторів і лише 30 тисяч теплових.





Тепловий удар — це патологічний стан організму, який виникає внаслідок його перегрівання. За умов високої вологості неможливе випаровування поту з поверхні шкіри, тому організм не встигає позбуватися зайвого тепла. Сонячний удар є різновидом теплового удару, який виникає в разі перегрівання голови під дією прямих сонячних променів. Якщо стався тепловий або сонячний удар, слід негайно звернутися до лікаря або викликати швидку медичну допомогу.



Попрактикуйтеся

5

Розгляньте термофотографію людини (рис. 3.7). Гарячі ділянки тіла мають червоний колір, холодні — синій. Біля яких органів концентрується найбільше тепла?

6

Об'єднайтеся в пари та складіть по 3 питання одне для одного на основі матеріалу теми, разом перевірте відповіді та обговоріть незрозумілі моменти.



Рис. 3.7. Термофотографія людини



Завдання 3.2. Дослідження функцій шкіри

Об'єднайтеся в групи. Сплануйте та проведіть дослідження.

1. Підготуйте необхідні прилади для проведення дослідження та таблицю, в яку будете занотовувати результати вимірювань.
2. Виміряйте температуру тіла на променево-зап'ясній ділянці. Надіньте на руку поліетиленовий пакет і зафіксуйте його гумкою. Через 8 хвилин зверніть увагу, що на пакеті з'явився конденсат. Зніміть пакет і знову виміряйте температуру тієї самої ділянки. Зробіть висновки.
3. Виміряйте температуру тіла електронним термометром. Зафіксуйте значення в таблиці. Зробіть 20 присідань. Знову виміряйте температуру тіла на тій самій ділянці. Порівняйте отримані значення. Зробіть висновки.
4. Візьміть піпетку, капніть на шкіру краплину води. Спостерігайте протягом декількох хвилин. Що відчуваєте?



5. Розгляньте забарвлення шкіри на внутрішній і зовнішній частинах кисті. Поясніть, від чого воно залежить і чому відрізняється.
6. Візьміть пальцями складку шкіри на зап'ястку та на плечі. Чому товщина шкіри на цих ділянках тіла є різною?



Наука в гії. Лікування складних захворювань шкіри

На антарктичній станції Vernadsky Research Base українські науковці виконують унікальне дослідження, котре в майбутньому може дати низку нових можливостей у лікуванні захворювань шкіри, захисту від ультрафіолету і адаптації рослин до стресових умов.

В основі цих досліджень є вивчення щучника антарктичного (рис. 3.8) — однієї з двох квіткових рослин, що ростуть в Антарктиді. Головна унікальність щучника полягає в стійкості до ультрафіолетового випромінювання, морозу й посухи. Тому його вивчення перспективне для пошуку речовин, необхідних для боротьби проти меланоми, створення новітніх сонцезахисних засобів тощо.



Рис. 3.8. Щучник антарктичний



Підсумки

- Шкіра — це захисний бар'єр тіла, один з найбільших його органів, який складається з епідермісу, дерми та гіподерми.
- Терморегуляція — це здатність підтримувати температуру тіла в певних межах.
- Терморецептори — це закінчення тонких чутливих волокон, а також спеціальні клітини, що змінюють свою активність відповідно до зміни температури.



Ключові поняття

Шкіра, епідерміс, дерма, гіподерма, терморегуляція, терморецептори.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу використовувати та оцінювати джерела інформації.
- ☒ Я можу проводити наукові спостереження.



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Основна речовина, яку виводять нирки з крові:

- А** сеча;
- Б** уран;
- В** сечовина;
- Г** кисень.

2. Що таке екскреція?

- А** процес виведення продуктів життєдіяльності клітин;
- Б** прийом їжі;
- В** інший термін для позначення аеробного дихання;
- Г** процес виведення неперетравленої їжі з організму.

3. Виберіть органи, що беруть участь у виділенні з організму продуктів обміну:

- А** тонкий кишечник;
- Б** шлунок;
- В** шкіра;
- Г** нирки.

4. Зазначте зміни, які відбуваються з кровоносними судинами шкіри у разі підвищення температури зовнішнього середовища:

- А** звужуються;
- Б** одні звужуються, інші — розширюються;
- В** розширюються;
- Г** їхній діаметр не змінюється.

5. Найглибшим шаром шкіри є:

- А** епідерміс;
- Б** підшкірна клітковина;
- В** дерма;
- Г** ніготь.



II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



6. Улітку сонячної днини Надійка довго гралася з подругами на річці. Коли вона повернулася додому, у неї підвищилася температура, вона відчула головний біль і дуже хотіла пити. Бабуся напоїла онуку чаєм, закутала в простирадло, але дівчинка захворіла. Лікар, який прибув за викликом, насварив бабусю. Як ви вважаєте, чому? Що трапилося з дівчинкою? Чому лікар насварив бабусю?

7. Інколи при високій температурі лікарі рекомендують обтирати тіло розчином теплого спирту. Поясніть, чому розчин повинен бути теплим, а не холодним?

III. Проводжу дослідження природи

8. Чи помічали ви, що у тісному взутті ноги мерзнуть взимку швидше, а влітку — сильніше нагріваються? Спробуйте пояснити, чому.
9. В експерименті дві групи щурів отримували раціон з різним умістом білків. У них було взято зразки крові та виміряно концентрацію сечовини та білків. Середні значення зафіксовано на гістограмі (рис. 3.9).
- а) Опишіть, як кількість білків у раціоні впливає на концентрацію сечовини та білків у крові.
- б) Поясніть, чому дієта впливає на концентрацію сечовини.
10. В аналізі сечі пацієнта лікар виявив збільшену кількість білків. Про захворювання якого органу може свідчити ця інформація?

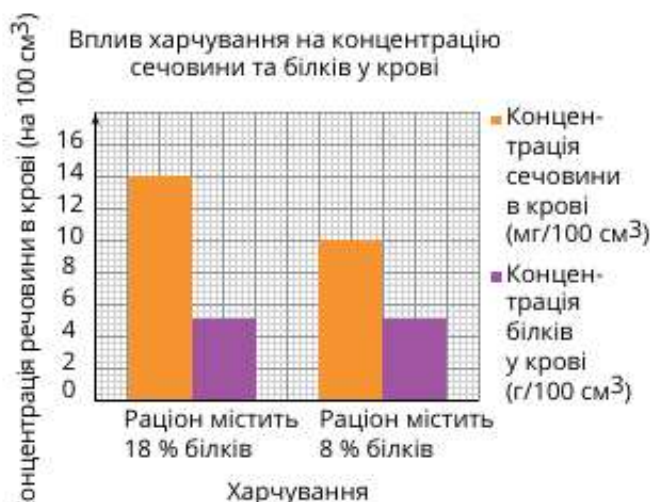


Рис. 3.9

4

Розділ 4. Будова та властивості речовин

Атоми — це будівельні блоки Всесвіту. Кожен об'єкт у Всесвіті складається з атомів хімічних елементів, перелічених у періодичній таблиці хімічних елементів. Подібно до іграшкових будівельних блоків, атоми можуть бути розташовані так, щоб утворювати безліч різних структур.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про різні моделі будови атома;
- про частинки, які входять до складу атомів;
- що таке паперова хроматографія та як можна її використовувати для розділення й ідентифікації речовин.

У цьому розділі ви навчитесь:

- використовувати аналогії для створення моделей;
- використовувати символи для представлення наукових ідей;
- робити висновки, інтерпретуючи результати;
- пояснювати обмеженості висновків.



rnk.com.ua/108381

**Будете
навчатися:**

- описувати різні моделі будови атома;
- розрізняти електрони, протони та нейтрони;
- з'ясовувати відмінності між йонами й ізотопами.

**Перші уявлення про атоми**

Слово **атом** походить від грецького «atomos» — неподільний. 2,5 тис. років тому ідею атомістичної будови матерії вперше висловив давньогрецький філософ Левкіпп (рис. 4.1). Учення Левкіппа розвинув його учень — геніальний Демокрит (рис. 4.2). Саме вони назвали атомом дрібну неподільну частинку, з якої складається речовина. Левкіпп та Демокрит уважали, що речовини утворюються в результаті зіткнень атомів і появи зв'язків між ними.

Ані природу, ані механізм утворення цих зв'язків вони не уточнювали. Заслуга давніх атомістів полягала в тому, що вони своїми геніальними здогадками вказали науці шлях, передбачили майбутній успіх атомної теорії.



Рис. 4.1. Давньогрецький філософ Левкіпп (500–440 р. до н. е.)



Рис. 4.2. Давньогрецький філософ Демокрит (430–370 р. до н. е.)

**Модель атома Дальтона**

1803 року Джон Дальтон (рис. 4.4) звернувся до античних уявлень. Його гіпотеза про атоми містила такі положення:

- найдрібнішими частинками матерії є атоми, вони — неподільні (рис. 4.3);
- число видів атомів дорівнює числу хімічних елементів;
- атоми різних хімічних елементів мають різну масу.

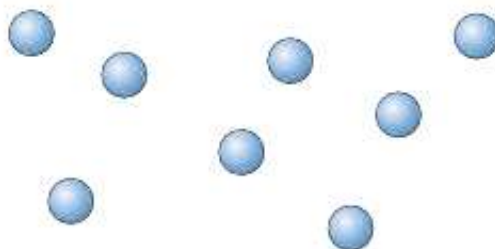


Рис. 4.3. Модель атома Дальтона





Рис. 4.4. Британський хімік і фізик Джон Дальтон (1766–1844)

Оскільки маса атома настільки мала, що її неможливо визначити простим зважуванням, Дальтон вибрав масу атома Гідрогену за атомну одиницю маси, тобто він довільно прирівняв її до одиниці.

$$1 \text{ а.о.м.} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

Значення, отримані Дальтоном, були змінені шляхом увідповіднення з сучасними уявленнями, і тепер відносні атомні маси всіх хімічних елементів можна знайти у періодичній таблиці.



Попрактикуйтеся

1

Скориставшись періодичною таблицею хімічних елементів, визначте:

- відносну атомну масу Карбону;
- хімічний елемент, відносна атомна маса якого в 56 разів більша за масу атома Гідрогену;
- хімічний елемент, який має найбільшу відносну атомну масу.



Модель атома Томсона

На своєму шляху теорія будови атома долала багато перешкод і остаточно затвердилася у XX столітті, коли 1903 року Джозеф Джон Томсон (рис. 4.5) — англійський фізик, запропонував свою модель атома.

Томсон провів експерименти, які показали, що атоми містять частинки, які мають негативний заряд. Він назвав їх **електронами**. Оскільки атоми нейтральні, Томсон дійшов висновку, що в атомі повинні бути й позитивно заряджені частинки.

Його модель атома дістала назву «модель сливового пудингу», тому що електрони, здавалося, були розкидані в хмарі позитивного заряду (рис. 4.6). Електрони були схожі на сливи, а решта атома — на пудинг. Це приклад аналогії.



Рис. 4.5. Англійський фізик, лауреат Нобелівської премії з фізики Джозеф Джон Томсон (18.12.1856 – 30.08.1940)

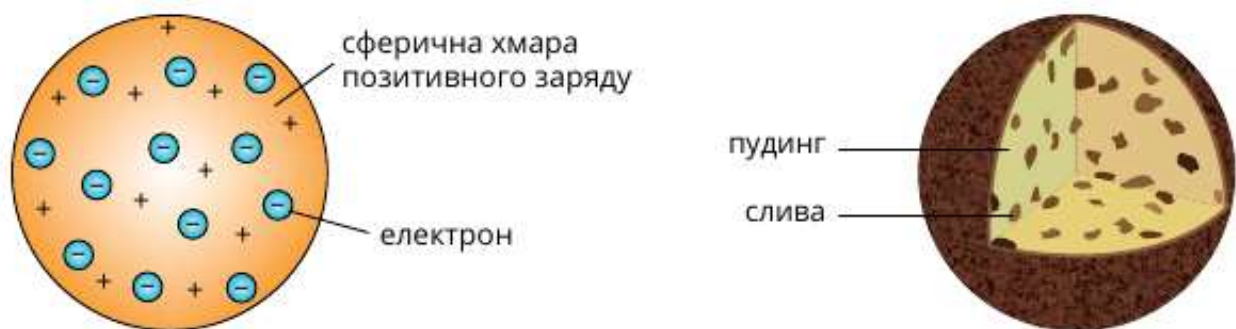


Рис. 4.6. Модель Томсона, відома як «сливовий пудинг», названа за аналогією зі старовинним англійським пудингом зі сливами



Попрактикуйтеся

2

Поміркуйте, відкриття яких частинок наштовхнуло Томсона на створення нової моделі атома.

3

Скориставшись додатковими джерелами інформації, з'ясуйте, чому дорівнює заряд електрона.

Електрон



Ядерна модель Резерфорда

1909 року група науковців на чолі з британським фізиком Ернестом Резерфордом (рис. 4.7) вистрілила маленькими альфа-частинками, що швидко рухалися, у тонкі листи золотої фольги. Відповідно до тодішньої моделі атома Томсона, очікувалося, що всі частинки проходять крізь фольгу без відхилень, адже позитивний заряд у такій моделі був рівномірно розподілений у всьому об'ємі атома. Більшість частинок справді пройшли крізь золоту фольгу, проте деякі несподівано відхилялися під різними кутами, а окремі навіть відскакували назад.



Рис. 4.7. Британський фізик, лауреат Нобелівської премії з хімії Ернест Резерфорд (30.08.1871 – 19.10.1937)

Це суперечило очікуванням і змусило Резерфорда змінити модель будови атома (рис. 4.8). Він припустив, що атом має маленьке **позитивно заряджене ядро** з електронами, що оточують ядро у вигляді «хмари». Резерфорд уважав, що атом — це здебільшого порожній простір. Ядро дуже маленьке, воно приблизно в 10 000 разів менше, ніж розмір усього атома. Уявіть, що ядро атома має розмір горошини. Тоді весь атом був би розміром із великий спортивний стадіон. Це теж приклад аналогії.



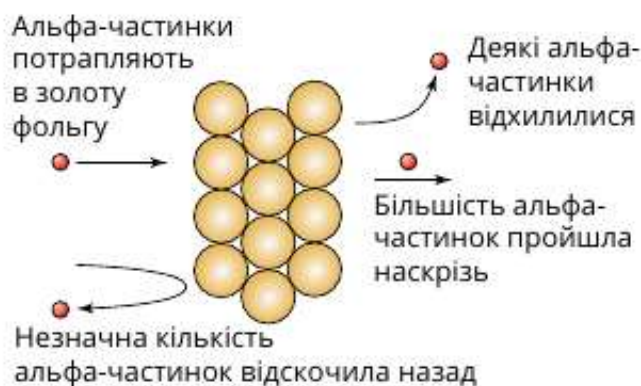
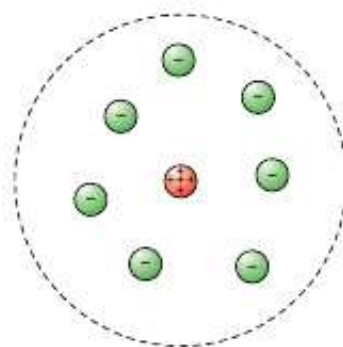


Рис. 4.8. Модель атома Резерфорда



Попрактикуйтеся

4

Висловіть припущення, на чому ґрунтується твердження про те, що матеріальні тіла всередині порожні.

5

Як розподіляється позитивний заряд в атомі згідно з моделлю Резерфорда?



Погальше вдосконалення моделі атома



Рис. 4.9. Данський фізик-теоретик — лауреат Нобелівської премії з фізики Нільс Бор (07.10.1885 – 18.11.1962)

Ядерна модель атома, запропонована Резерфордом, була розвинена в роботах видатного датського фізика Нільса Бора. Експерименти 1920–1930-х років засвідчили, що ядро складається з двох типів частинок: позитивно заряджених протонів і нейтронів, які не мають заряду. Разом ці частинки називаються нуклонами. (рис. 4.10). Склад атома хімічного елемента визначається за його розміщенням у періодичній таблиці. Заряд ядра атома дорівнює порядковому номеру хімічного елемента в періодичній таблиці.

У цьому полягає фізичний зміст порядкового номеру. Кожний хімічний елемент у періодичній таблиці має **порядковий номер Z** та масове число **A** . Порядковий номер **Z** відповідає кількості протонів у атомному ядрі. Кількість електронів буде такою ж, якщо атом у цілому нейтральний. Масове число **A** вказує на загальну кількість протонів і нейтронів. Для прикладу, склад атома Урану ${}^{238}_{92}\text{U}$: кількість протонів $Z=92$, кількість електронів у нейтральному атомі — 92, кількість нейтронів $N = A - Z = 238 - 92 = 146$.

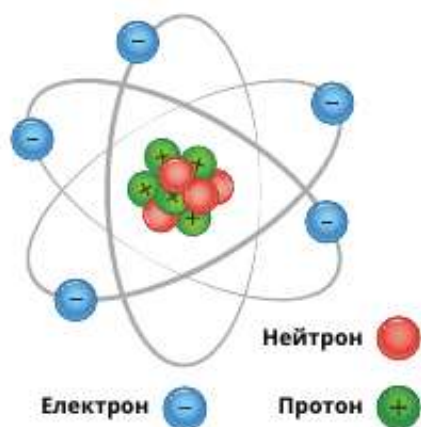


Рис. 4.10. Модель атома Бора

Ділянки, у яких можуть перебувати електрони в атомах, називають **електронними орбітальми**. Взаємодія електронів із атомними ядрами залежить від їхніх орбіталей, що також визначається позицією хімічного елемента в періодичній таблиці. У разі втрати чи приєднання нейтрального атомом одного або кількох електронів він перетворюється на заряджену частинку з позитивним або негативним зарядом відповідно. Такі атоми називають **позитивно** або **негативно зарядженими йонами** (рис. 4.11).

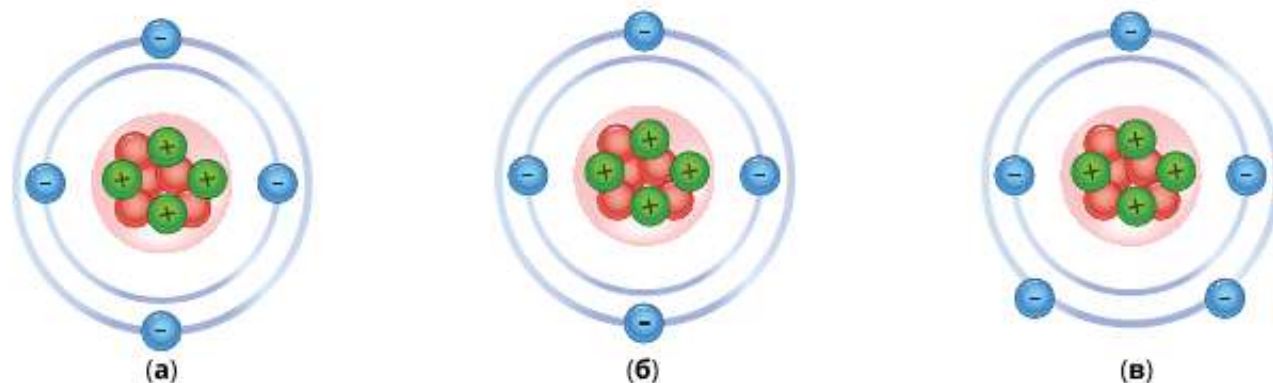


Рис. 4.11. Модель нейтрального атома Берилію (а), його негативно (б) й позитивно (в) заряджених йонів

Різновиди атомів того самого хімічного елемента, ядра яких містять однакове число протонів, але різну кількість нейтронів, називають **ізотопами** (рис. 4.12). «Ізотопи» в перекладі з давньогрецького — «однакові за місцем».



Рис. 4.12. Моделі ізоотопів Карбону





Попрактикуйтеся

- 6 Поміркуйте, чому нейтрон був останньою частинкою, яку було відкрито.
- 7 Скориставшись періодичною таблицею хімічних елементів, визначте кількість протонів і нейтронів атома Ауруму.
- 8 Визначте, чим відрізняються ядра ізотопів Урану: $^{238}_{92}\text{U}$ і $^{235}_{92}\text{U}$.
- 9 Об'єднайтеся у групи та порівняйте моделі атомів, запропоновані Дальтоном, Томсоном, Резерфордом та Бором, за вибраними вами критеріями. Занотуйте результати в таблицю. Обговоріть переваги та недоліки різних моделей будови атома з учасниками інших груп.
- 10 Розпишіть склад атомів: $^{12}_6\text{C}$, $^{17}_8\text{O}$, $^{73}_{32}\text{Ge}$.



Наука в гії. Розщеплення атомного ядра



Рис. 4.13. Герб Харкова



Рис. 4.14. Поруч із прискорювачем, на якому було розщеплене ядро. Другий ліворуч — Роберт Ван де Грааф (американський винахідник високовольтного генератора), праворуч — Кирило Синельников

У жовтні 1932 року Харків став свідком вражаючого науково-технічного досягнення. В Українському фізико-технічному інституті (нині — Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут») ученим удалось штучно розщепити атомне ядро. Це досягнення було відзначено на гербі Харкова, де поряд із шестернею, що символізувала промисловий потенціал міста, та хлібним колосом, що уособлював Харківщину як житницю, з'явилася модель ядра Літію. Цей хімічний елемент бомбардували протонами на прискорювачі Ван-Граафа молоді науковці Кирило Синельников, Антон Вальтер, Олександр Лейпунський та Георгій Латишев.



Завдання 4.1. Досліджуємо будову хімічних елементів

За допомогою періодичної таблиці хімічних елементів знайдіть необхідну інформацію та заповніть клітинки таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Склад атомів хімічних елементів

Хімічний елемент				Кількість в атомі		
Назва	Символ	Протонне число	Нуклонне число	Протонів	Електронів	Нейтронів
Оксиген	O	8	16	8	8	$16 - 8 = 8$
Фосфор						
	Al					
		11				
			7			
				20		
					7	



Підсумки

- Нейтрон — частинка, що не має електричного заряду.
- Протон — позитивно заряджена частинка.
- Нуклони — це протони й нейтрони, що входять до складу ядра атома.
- Протонне число — кількість протонів у ядрі атома. Дорівнює порядковому номеру хімічного елемента та заряду ядра.
- Нуклонне число — сума протонів і нейтронів, масове число.
- Ізотопи — різновиди атомів із однаковим числом протонів у ядрі (зарядом ядра), але різним числом нейтронів.



Ключові поняття

Атом, електрон, протон, нейтрон, нуклон, ядро, позитивні та негативні йони, ізоотп.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу прогнозувати ймовірні результати на основі наукових знань.
- ☒ Я можу описати аналогію й те, як її можна використовувати в якості моделі.
- ☒ Я можу визначити кількість електронів, протонів і нейтронів у складі атома.





Хроматографія

Будете
навчатися:

- описувати галузі використання хроматографії;
- аналізувати результати з погляду тенденцій і закономірностей;
- робити висновки за результатами дослідження.



Хроматографія

Речовини, що входять до складу суміші, мають різні фізичні та хімічні властивості. Ці відмінності дають змогу розділяти суміші. **Хроматографія** — це метод розділення компонентів суміші, який базується на різній здатності компонентів суміші адсорбуватися на нерухомій фазі та розчинятися в рухомій фазі.

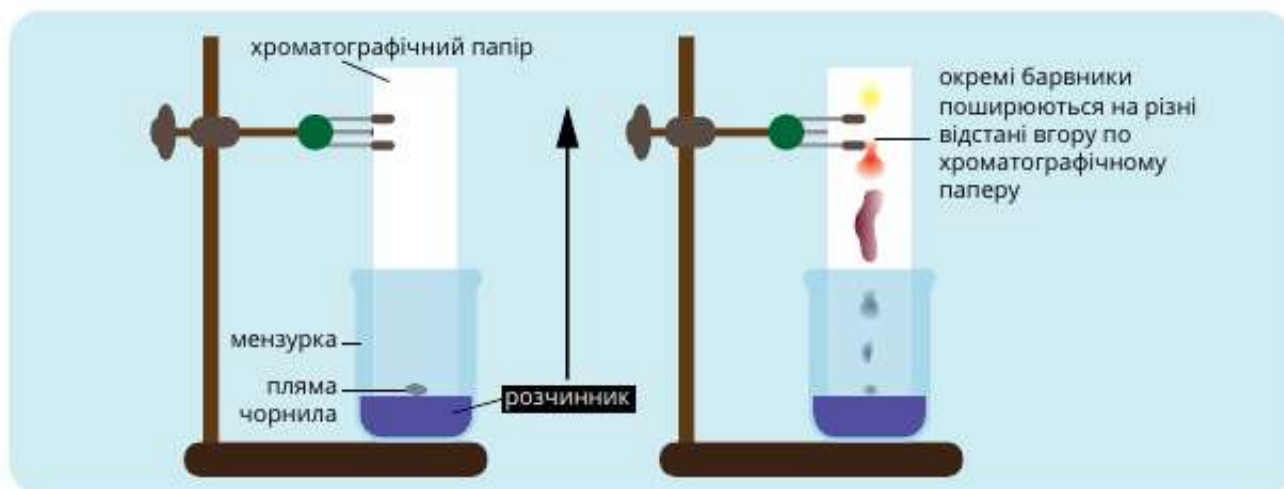


Рис. 4.15. Обладнання для паперової хроматографії



Різні компоненти суміші проходять крізь нерухому фазу з різною швидкістю, що сприяє їхньому розділенню. Особливості рухомих і нерухомих фаз допомагають визначити, які речовини переміщуються швидше або повільніше та як вони розділяються. Різний час проходження називають часом утримування. Метод працює завдяки тому, що розчинні речовини мають різні властивості. Наприклад, паперову хроматографію можна використовувати для розділення барвників у чорнилі.

Для цього спочатку олівцем креслять лінію внизу смужки фільтрувального паперу. Потім наносять на лінію невеликі плями чорнила. Папір кладуть у склянку з **розчинником**, наприклад, водою, так, щоб накреслена олівцем лінія була трохи вище поверхні розчинника. Розчинник піднімається вгору по паперу. За деякий час можна побачити кольорові сліди, оскільки окремі барвники в чорнилі розділяються. Кінцевий зразок називають **хроматограмою**.

Перший успішний досвід із хроматографії був пов'язаний із розділенням рослинних пігментів у 1906 році німецьким ботаніком Михайлом Цвіттом. Він помітив, що під впливом розчинника пігменти рослин розділялись на окремі компоненти, що забарвлювали папір.

ХРОМАТОГРАФІЯ

Розділення рослинних пігментів



Попрактикуйтеся

- 1 Поясніть, у чому сутність хроматографічного процесу.
- 2 Обґрунтуйте, в якому агрегатному стані можуть перебувати нерухома й рухома фази, а також компоненти суміші, що аналізується.



Принцип роботи хроматографії



Рис. 4.16. Положення барвника залежить від його притягання до розчинника та паперу

Якщо барвники розчиняються в чорнилі, вони будуть рухатися вздовж паперу, тому що притягуються як до розчинника, так і до паперу. Барвники будуть відокремлюватися через наявність відмінностей, наскільки кожен із них притягується до паперу та розчинника. Це впливає на те, наскільки далеко вони рухаються по паперу. Адсорбція та десорбція є ключовими процесами в хроматографії. Для розділення компонентів суміші використовують матеріали, що називають **сорбентами**.



Адсорбція — це процес, коли молекули, йони або атоми прикріплюються до поверхні твердого тіла або рідкого адсорбенту. **Десорбція** — це процес, коли адсорбовані частинки відділяються від адсорбенту й повертаються в газову або рідку фазу. **Тонкошарова хроматографія** — це метод хроматографії, коли розділення сумішей здійснюється на тонкому шарі адсорбенту, нанесеному на пластинку зі скла, металу, пластику, хроматографічного паперу тощо.



Попрактикуйтеся

3

Визначте, скільки барвників міститься в чорнилі з хроматограми, зображеної на рис. 4.16.

4

Науковець використав метод хроматографії, щоб розділити чорнило кулькової ручки. У процесі дослідження чорнильна пляма не просуvalася вгору по паперу. Висловіть припущення, чому.



Рис. 4.17. Солодощі, що містять харчові барвники



Використання хроматографії

Для ідентифікації невідомих речовин у суміші можна використовувати хроматографію. Технолог харчової промисловості може застосовувати хроматографію на кольорових обгортках деяких солодощів. Технолог також може додавати різні харчові барвники до паперу та порівнювати плями, створені кожним із них. Хроматограма, зображена на рис. 4.19, показує, що цукерки, ймовірно, містять харчові барвники E102 та E133, оскільки плями видно у визначених для них місцях.



Наука в гії. Прикладна хроматографія

Хроматографія особливо важлива у криміналістиці. Чорнила, фарби або барвники на місці злочину збирають і порівнюють із відомими зразками, щоб ідентифікувати їх. Іноді на місці злочину знаходять автомобільну фарбу, зішкрябану з будівлі або іншого автомобіля. За допомогою хроматографії визначають марку автомобіля, що може бути використано як доказ для розкриття злочину.



Рис. 4.18. Збір доказів криміналістами на місці злочину



Попрактикуйтеся

- 5 Розгляньте рис. 4.19. З'ясуйте, чи містять солодощі барвник E131.
- 6 Поясніть, чому пляма E102 від солодощів більша, ніж пляма від зразка барвника E102.
- 7 Чому науковець накреслив лінії через центр кожної плями?

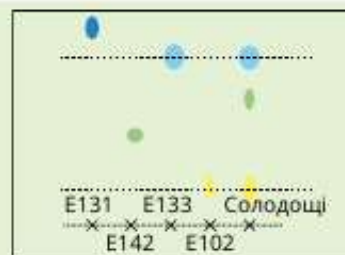


Рис. 4.19. Хроматограма харчових барвників, що входять до складу солодощів



Завдання 4.2. Застосування хроматографії

Об'єднайтеся в групи. Кожній групі ваш учитель / учителька запропонує провести хроматографічне дослідження чорнил з трьох ручок підозрюваних та порівняти результати з хроматограмою, отриманою з місця злочину. Одна група отримає хроматограму чорнила з місця злочину, а інші — чорнила з трьох ручок підозрюваних.



1. Опишіть, як за допомогою хроматографії розділити барвники в чорнилі з трьох ручок. Підготуйте зразки, нанесіть їх на хроматографічний папір, занурте у розчинник і спостерігайте за розподілом барвників.
2. Після проведення хроматографічного дослідження порівняйте отримані результати зі зразком з місця злочину та обговоріть з учасниками інших груп.
3. Іноді плями чорнила накладаються одна на одну або не утворюються чіткі плями. Як можна розв'язати ці проблеми?



Підсумки

- ✏ Хроматографія використовується для розділення сумішей розчинних речовин.
- ✏ Хроматографія може бути використана для ідентифікації невідомих речовин у суміші.



Ключові поняття

Хроматографія, хроматограма, розчинник, розчинятися, адсорбція, десорбція.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу робити висновки, інтерпретуючи результати.
- ☒ Я можу пояснювати обмеженість висновків.



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

- Яку суміш можна розділити за допомогою хроматографії?
 - сіль і пісок;
 - різні кольорові барвники;
 - адсорбція;
 - хроматографія;
- Зазначте процес, коли адсорбовані частинки відділяються від адсорбенту і повертаються у газову або рідку фазу:
 - адсорбція;
 - хроматографія;
 - десорбція;
 - розчинність.
- Поясніть, чому електрони притягуються до ядра атома.



II. Здійснюю пошук та опрацювую інформацію

- Науковці використовують моделі, щоб показати будову атомів. Резерфорд і його команда провели дослідження. Вони обстріляли альфа-частинками тонкий лист золотої фольги.

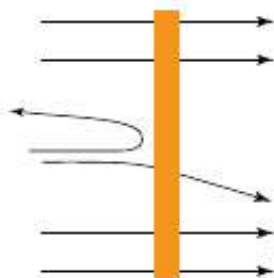


Рис. 4.20

Діаграма, зображена на рис. 4.20, показує шляхи альфа-частинок. Деякі частинки відхилилися:

- назвіть частину атома, яка спричинила це відхилення;
 - поясніть, які результати показали, що ця частина дуже мала відносно всього атома;
 - висловіть припущення, чому модель атома змінювалася з часом.
- Скориставшись періодичною таблицею хімічних елементів, зазначте хімічний елемент, у ядрі якого немає нейтронів:
 - Гідроген;
 - Літій;
 - Гелій;
 - Оксиген.

- Заповніть таблицю, поставивши позначки у потрібних комірках:

	Йон «+»	Йон «-»	Нейтральний атом
Кількість електронів дорівнює кількості протонів			
Кількість електронів більша за кількість протонів			
Кількість електронів менша за кількість протонів			

III. Проводжу дослідження природи

7. Ядро приблизно в 10 000 разів менше за розмір цілого атома. Для зображення ядра науковець використав велику скляну намистину. Її діаметр становить 1 см. Обчисліть, якого розміру мав би бути весь атом у метрах.
8. Експеримент із золотою фольгою, проведений Резерфордом і його командою, був повторений ними та іншими науковцями багато разів. Обґрунтуйте важливість цього дослідження.
9. На рис. 4.21 зображено хроматограму. Яка речовина (А чи Б) є чистою? Обґрунтуйте свою відповідь.



Рис. 4.21



10. Ніна вирішила використати хроматографію для розділення барвників, що входять до складу чорнила. Вона нанесла краплю чорнила на низ хроматографічного паперу й помістила його у воду. Чорнильна пляма не розділилася:
 - а) висловіть припущення, чому так сталося;
 - б) опишіть, що Ніна повинна змінити в процесі дослідження, щоб метод хроматографії спрацював.

5

Розділ 5. Розчини

Кава, бензин, дощова вода — все це приклади розчинів, які ми зустрічаємо щодня. Але розчини є не тільки навколо нас, а й у нас самих. Наша кров містить водний розчин, відомий як плазма крові, в якому розчинені частинки їжі, вуглекислий газ та формені елементи. Плазма крові має важливе значення у забезпеченні організму необхідними речовинами та виведенні відходів обміну речовин.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про склад та значення розчинів;
- про концентрацію розчину та способи її вираження;
- як розчинність різних речовин змінюється залежно від температури та тиску.

У цьому розділі ви навчитеся:

- класифікувати та порівнювати розчини;
- оцінювати чинники, які впливають на розчинність речовин;
- вирощувати кристали солей;
- визначати розчинність речовин, скориставшись кривою розчинності.



rnk.com.ua/108786

**Будете
навчатися:**

- описувати поняття концентрації розчину;
- розрізняти концентровані та розведені розчини;
- розуміти різницю між насиченими та ненасиченими розчинами.

**Розчини**

Розчин є однорідною сумішшю двох або більше розчинених речовин та розчинника.

Природними розчинами є:

- води річок, озер, морів, океанів, підземні води;
- соки рослин, рідини живих організмів (цитоплазма, міжклітинна рідина тощо);
- мінерали (тверді розчини).



Рис. 5.1. Приготування розчину солі



Основними компонентами розчину є розчинена речовина (речовини) і розчинник, тобто середовище, у якому молекули або інші частинки цієї речовини рівномірно розподілені. Розчинник — це компонент розчину, агрегатний стан якого під час утворення розчину не змінюється. Наприклад, якщо для приготування розчину кухонної солі використано 30 г натрій хлориду і 100 г води (рис. 5.1), тоді розчин рідкий, тому розчинником буде вода. Якщо змішуються речовини, які перебувають в одному агрегатному стані, — рідина з рідиною, тверда речовина із твердою, — розчинником вважають той компонент, маса якого є більшою. Якщо одним з компонентів суміші є вода, то, зазвичай, її вважають розчинником.



Рис. 5.2. Крейда не розчиняється у воді

Вам відомо, що деякі речовини практично не розчиняються в розчиннику. Наприклад, крейда не розчиняється у воді (рис. 5.2). Для того, щоб речовина була розчинною, сили притягання, які утворюються між розчиненою речовиною та розчинником, повинні бути більшими порівняно зі зв'язками, розірваними в розчиненій речовині та в розчиннику.





Попрактикуйтеся

1

Газована вода містить бульбашки вуглекислого газу. Зазначте розчинник та розчинену речовину в цьому розчині.

2

Оксана знімає лак з нігтів ацетоном. Поміркуйте, чому лак для нігтів не розчиняється у воді.



Розчинення

Під час **розчинення** молекули (або йони) розчиненої речовини в розчині відриваються одна від одної. Вони змішуються з розчинником, заповнюючи проміжки між молекулами розчинника. Рис. 5.3 — це модель, яка демонструє процес розчинення.

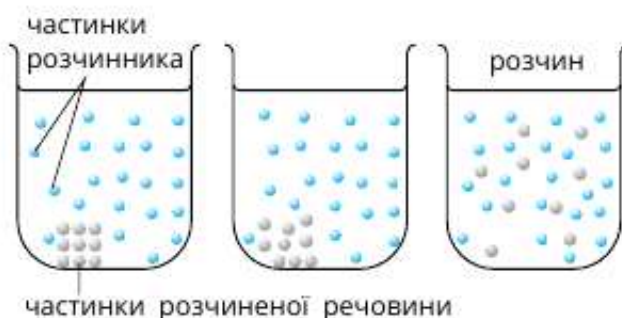
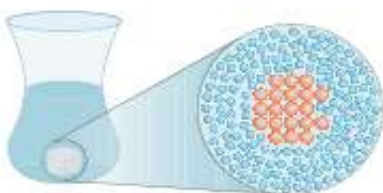
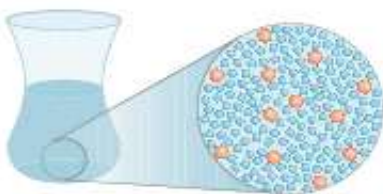


Рис. 5.3. Модель процесу розчинення

Під час розчинення відбувається подрібнення речовини. Розчинення не є фізичним процесом, тому що супроводжується тепловим ефектом. Під час розчинення руйнуються одні хімічні зв'язки й утворюються інші, але не відбувається утворення нових речовин. Тому розчинення є фізико-хімічним процесом.

Протилежним процесом до розчинення є **кристалізація** — процес вилучення речовини з розчину, розплаву або пари у вигляді кристалів. Кристалізація може бути зумовлена зниженням температури або випаровуванням розчинника. Наприклад, якщо після приготування розчину, зображеного на рис. 5.1, залишити його на деякий час при кімнатній температурі, частина води випарується, і надлишок кухонної солі почне осідати у вигляді кристалів на дні ємності.



Концентрація розчину

Важливою властивістю розчину є його склад, який можна охарактеризувати як з якісного, так і з кількісного боку. За вмістом розчиненої речовини розчини поділяють на розведені й концентровані (рис. 5.4).

Розведений розчин містить невелику кількість частинок (молекул, йонів) розчиненої речовини у великому об'ємі розчинника. **Концентрований розчин** містить велику кількість частинок розчиненої речовини у невеликому об'ємі розчинника.



Рис. 5.5. Додавання більшої кількості порошку збільшує концентрацію розчину

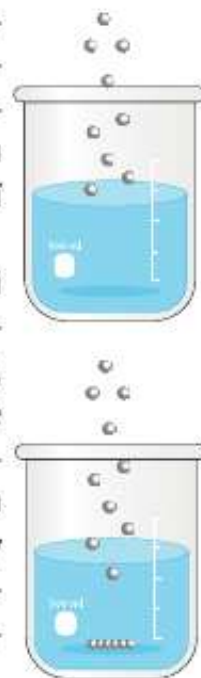
Кількісно склад розчинів виражають через безрозмірні відносні величини — частки (масову, об'ємну, мольну) і розмірні величини — концентрації (молярну, молярну концентрацію еквівалента). Зазвичай розчини з масовою часткою розчиненої речовини менш ніж 5 % вважають розведеними, масова частка розчиненої речовини у концентрованому розчині перевищує 20–30 %.

Кожна речовина характеризується власною мірою розчинності у певному розчиннику при певній температурі. Ця характеристика впливає на класифікацію розчинів: насичений, ненасичений, пересичений. У **ненасиченому розчині** розчинена речовина ще може розчинятися за певної температури. **Насичений розчин** — розчин, у якому розчинена речовина більше не розчиняється за певної температури. **Пересичений розчин** — це розчин, у якому розчиненої речовини більше, ніж потрібно для отримання насиченого розчину. **Точка насичення** — це максимальна маса розчиненої речовини, яка здатна розчинитися в 100 см³ води.



Рис. 5.4. Різниця між концентрованим і розведеним розчином

Наприклад, можна приготувати розчин барвника, розчинивши порошок у воді. Чим більше порошку додати, тим більш концентрованим буде розчин (рис. 5.5).



Попрактикуйтеся

3

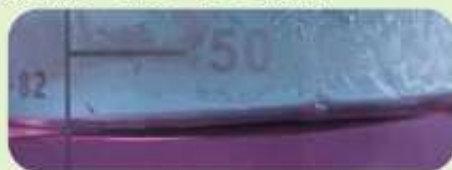
Андрій зварив чашку чорної кави. Він вирішив, що приготована кава занадто міцна, тому додав трохи води.

а) Як змінився колір кави, коли Андрій додав більше води?

б) Чому це відбулося?

4

Поміркуйте, що станеться, якщо перенасичений розчин залишити охолоджуватися при кімнатній температурі.





Попрактикуйтеся

5

Приготуйте три розчини цукру такого складу:

- 1) 5 г цукру, 100 см³ води;
- 2) 20 г цукру, 200 см³ води;
- 3) 25 г цукру, 50 см³ води.

а) Який розчин є найбільш концентрованим?

б) Який розчин є найбільш розведеним?

6

Використовуючи рис. 5.4, поясніть, чому розчинені речовини мають точку насичення.

7

Запропонуйте метод, за допомогою якого можна визначити точку насичення кухонної солі (натрій хлориду) у холодній воді. Здійсніть цей експеримент.

8

Скористайтеся додатковими джерелами інформації та дізнайтеся про перші спроби отримання штучних кристалів.

КОНЦЕНТРАЦІЯ

Низька

Висока



Наука в гії. Застосування розчинів в українському побуті



Українська народна медицина і традиційні технології зберегли численні знання про процеси розчинення і кристалізації, які широко застосовувалися для створення лікувальних настоянок, відварів і харчових продуктів. Наприклад, під час виготовлення настоянок на основі рослинної сировини (трав, коренів, ягід), важливим є процес екстракції активних речовин, де спирт або вода є розчинником. Концентрація активних компонентів у таких розчинах визначає їхні фармакологічні властивості.

Українські ремісники використовували знання про кристалізацію солей для виробництва розчинів, що застосовувалися в процесах консервації продуктів харчування. Розчини для консервації готувалися на основі насичених розчинів, де досягнення точки насичення NaCl у воді було ключовим для забезпечення довготривалого збереження харчових продуктів без утрати їхніх властивостей.



Завдання 5.1. Вирощування кристалів солей



Проблемне питання. Як виростити кристал солі?

Перший етап вирощування кристалів — приготування насиченого розчину, який потрібно обережно перелити в окрему ємність.



Рис. 5.6. Використовуйте рукавички, працюючи з розчинами

Дуже зручно вирощувати кристали у одноразовій пластиковій ємності, бо вона має оптимальні розміри і площу поверхні випаровування розчину. А матеріал, з якого виготовлена ємність, не реагує з розчиненою речовиною. Після фільтрування розчину потрібно обрати кристал для подальшого вирощування.

Обраний кристал необхідно прив'язати на тонку нитку і підвісити у ємності з насиченим розчином так, щоб він не торкався стінок чи дна і не розміщувався дуже близько до поверхні. Вода з розчину буде поступово випаровуватися, а розчинена речовина формуватиме кристал. Один раз в 1–2 дні потрібно перевіряти стан кристалу. Коли кристал досягне бажаного розміру, його можна дістати з ємності, відрізати від нитки і покрити шаром прозорого косметичного лаку, щоб уберегти його від поступового руйнування внаслідок несприятливого впливу зовнішнього середовища.



План експерименту



1. Об'єднайтеся в групи з метою виготовлення експонатів для участі у виставці саморобних кристалів. Розподіліть ролі в групі.
2. Скористайтесь додатковими джерелами інформації та дізнайтеся детальніше особливості вирощування кристалів.

3. Виростіть кристали кухонної солі. Налийте в ємність воду і поступово нагрійте. Насипайте сіль доти, доки не утвориться перенасичений розчин (доки натрій хлорид не припинить розчинятися і не почне осідати на дні ємності). Профільтруйте отриманий перенасичений розчин. Підвісьте великий кристалик кухонної солі з розчину як затравку, щоб він не торкався стінок ємності. Спостерігайте за змінами. Вже за кілька днів ви можете помітити значне збільшення кристала, він буде рости щодня.



Рис. 5.7. Вирощування кристалів мідного купоросу



4. Виростіть кристали мідного купоросу (купрум(II) сульфату пентагідрату) (рис. 5.7). Мідний купорос використовується у сільському господарстві для боротьби з хворобами рослин. Приготуйте насичений розчин цієї речовини. Насичений розчин перелийте в іншу ємність. Вибраний кристал підвісьте так, щоб він був повністю покритий розчином і не торкався стінок посудини. Спостерігайте за змінами. За тиждень у ємність можна знову долити насичений розчин мідного купоросу, щоб виростити кристали більшого розміру.
5. Презентуйте результати дослідження вашої групи. З-поміж вирощених вами кристалів оберіть експонати для виставки. Візьміть участь у виставці саморобних кристалів.
6. Під час виставки ознайомтеся з експонатами інших груп.



Підсумки

- Розчинена речовина розчиняється в розчиннику, утворюючи розчин.
- Розчинення є фізико-хімічним процесом.
- Концентрація розчину свідчить, скільки частинок розчиненої речовини міститься у певному об'ємі розчинника.
- У розведеному розчині невелика кількість частинок розчиненої речовини розчинена у великому об'ємі розчинника.
- У концентрованому розчині велика кількість частинок розчиненої речовини розчинена у невеликому об'ємі розчинника.
- Насиченість розчину визначається за розчинністю, що є певною масою речовини, яка здатна повністю розчинитися у 100 г розчинника при певній температурі.



Ключові поняття

Нерозчинна речовина, розчинена речовина, розчинна речовина, розчин, розчинник, розчинення, кристалізація, концентрація розчину, концентрований розчин, розведений розчин, об'єм розчину, насичений розчин, ненасичений розчин, перенасичений розчин.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу пояснювати суть процесу розчинення.
- ☒ Я можу класифікувати розчини.
- ☒ Я можу визначати точку насичення розчиненої речовини.
- ☒ Я можу вирощувати кристали солей.

**Будете
навчатися:**

- описувати вплив температури та тиску на розчинність;
- порівнювати розчинність речовин;
- визначати розчинність речовин, скориставшись кривою розчинності.

**Розчинність**

Розчинність — це властивість речовини утворювати з іншою речовиною розчин. Кожна речовина має різну розчинність. Нітратна і сульфатна кислоти, ацетон, етиловий спирт змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях, мають необмежену розчинність у воді. Однак для багатьох інших речовин існує межа розчинення. У таблиці наведено розчинність деяких солей у 100 см^3 води при 20°C .

Таблиця 5.1. Розчинність різних солей

Речовина	Розчинність, г
Ферум(II) хлорид	52,6
Плюмбум(II) йодид	0,07
Натрій хлорид	36

**Попрактикуйтеся**

- 1 Зазначте найменш та найбільш розчинну речовину з таблиці 5.1.
- 2 Яка маса натрій хлориду розчиниться в 50 см^3 води за температури 20°C ?
- 3 Поміркуйте, чи всі насичені розчини є концентрованими, та чи всі розведені розчини є ненасиченими, і навпаки. Зробіть висновок, скориставшись додатковими джерелами інформації про різні сполуки з розчинністю до 30 г і більше 80 г. Для яких розчинних речовин не існує насичених розчинів?

**Вплив температури і тиску на розчинність****Рис. 5.8.** Холодна каву готується з розчину кави і води

Коли ви готуєте холодну каву, то додаєте каву в киплячу воду, а потім змішуєте з льодом. Чому б вам просто не додати каву в холодну воду? Справа в тому, що кава погано розчиняється в холодній воді. Розчинність більшості твердих речовин зростає з підвищенням температури, а від тиску не залежить.



Під час розчинення молекули розчинника стикаються з розчищеною речовиною, розбиваючи її на окремі частинки (молекули, атоми, йони). У разі підвищення температури молекули розчинника мають більше енергії, тому рухаються швидше. Це означає, що вони зіштовхуються з розчищеною речовиною частіше та з більшою силою.

Залежність розчинності речовини від температури часто подають у вигляді **кривої розчинності** (рис. 5.9).

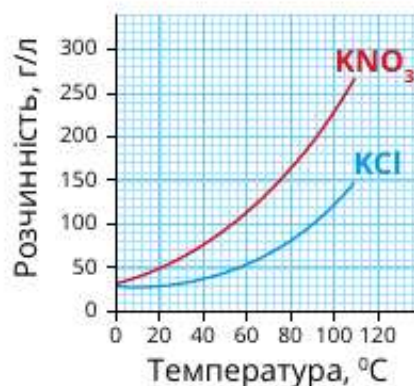


Рис. 5.9. Криві розчинності деяких солей у воді

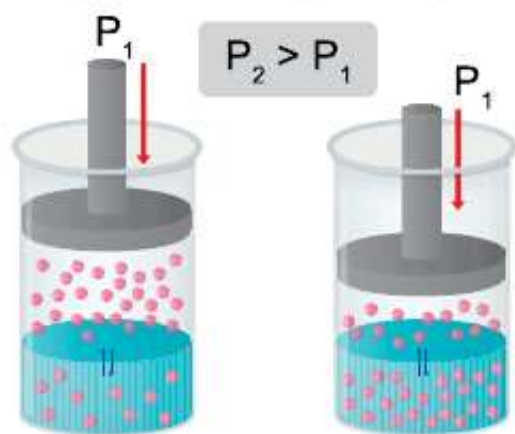


Рис. 5.10. Вплив тиску на розчинність газу у воді

Температуру позначають на горизонтальній осі такого графіка, а на вертикальній — розчинність, тобто максимальну масу речовини, яка розчиняється за певної температури у 100 г води. Складу насичених розчинів відповідають точки на кривій розчинності, а ділянка під кривою — ненасиченим розчином. Розчинність більшості газуватих речовин у воді прямо пропорційна тиску, тобто якщо збільшити тиск у декілька разів, розчинність газів у воді збільшиться в стільки ж разів (рис. 5.10). Зі зростанням температури розчинність газів у воді зазвичай зменшується.



Значення розчинів у природі та житті людини

Вивчаючи природничі науки, ви дізналися, що засвоєння поживних речовин в організмі залежить від процесів розчинення. Біологічні рідини в живих організмах (кров, лімфа, слина, шлунковий сік) є водними розчинами речовин, що потрапили до організму разом з їжею або утворилися в ньому внаслідок хімічних перетворень. Соки рослин і решта напоїв, які ми п'ємо, — це також розчини. Ви вже знаєте, що розчини можуть бути не лише рідкими. Газоподібним розчином є повітря, а твердими розчинами є сплави металів.





Попрактикуйтеся

- 4 Визначте розчинність калій хлориду при температурі 60 °С, скориставшись кривою розчинності на рис. 5.9.
- 5 На рис. 5.11 показано криву розчинності вуглекислого газу у воді. Опишіть, як температура впливає на розчинність вуглекислого газу.
- 6 Запропонуйте та здійсніть експеримент, за допомогою якого можна відрізнити насичений і ненасичений розчини натрій хлориду.
- 7 Наведіть приклади використання розчинів у побуті, медицині, будівництві, різних галузях промисловості та професіях.

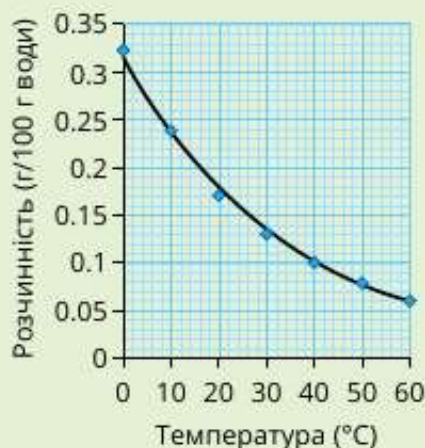


Рис. 5.11. Крива розчинності вуглекислого газу у воді



Наука в гії. Розчинні лікарські засоби



Рис. 5.12. Таблетки містять невелику кількість діючої речовини

Чим краще лікарський засіб розчиняється у воді, тим швидше й ефективніше він діє в організмі людини. Сучасна медицина використовує принцип розчинності, щоб створювати ефективні ліки, які швидко розчиняються в шлунково-кишковому тракті, забезпечуючи оперативне надходження діючих речовин у кров.

Наприклад, вітаміни вживають згідно з рекомендаціями лікарів, запиваючи водою або разом з їжею, та поділяють на дві основні групи: жиророзчинні та водорозчинні, залежно від того, у якій речовині вони краще розчиняються і засвоюються організмом. Жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К) розчиняються в жирах і накопичуються в організмі, зокрема, в печінці та жировій тканині. Водорозчинні вітаміни (вітаміни групи В та вітамін С) розчиняються у воді та не накопичуються в організмі, тому організм повинен регулярно отримувати їх з харчування. До традиційних джерел вітаміну С в Україні належать квашені овочі (наприклад, капуста) та шипшина, яку заварюють та п'ють як чай.





Завдання 5.2. Порівняння розчинності речовин

1. Насипте в одну хімічну склянку чайну ложку цукру, а в іншу — стільки ж кухонної солі. Додавайте по черзі в кожен ємність по столовій ложці води, перемішуючи суміші. Яка речовина розчинилася першою?
2. Візьміть дві нові хімічні склянки. Дотримуючись правил безпечної поведінки з речовинами, у першу налейте холодну воду, у другу — гарячу. Насипте в кожен склянку по чайній ложці цукру і перемішуйте. Поспостерігайте, у якій склянці цукор розчиняється швидше.



3. Додавайте кухонну сіль у склянку з 100 см³ води до тих пір, поки вона припинить розчинятися. Запишіть кількість натрій хлориду, яку вдалося розчинити і зробіть висновок про максимальну розчинність кухонної солі у воді при кімнатній температурі.
4. Порівняйте, як швидко розчиняються цукор і цукрова пудра у воді, щоб зрозуміти вплив ступеня подрібнення речовини на розчинність.
5. Зробіть висновки про фактори, які впливають на розчинність речовин.



Підсумки

- Розчинність різних речовин відрізняється.
- Розчинність більшості твердих речовин зростає з підвищенням температури.
- Розчинність більшості газів у воді прямо пропорційна тиску.



Ключові поняття

Сіль, розчинність, крива розчинності.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу аналізувати фактори, які впливають на розчинність.
- ☒ Я можу порівнювати розчинність речовин.
- ☒ Я можу визначати розчинність речовин, скориставшись кривою розчинності.

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

- З підвищенням температури розчинність більшості твердих речовин у воді:
А збільшується; **Б** зменшується;
В спочатку збільшується, потім зменшується; **Г** не змінюється.
- Розчин, у якому за даних умов ще можна розчинити певну порцію речовини, є:
А насиченим; **Б** ненасиченим;
В перенасиченим; **Г** концентрованим.
- Поясніть, що відбувається, коли розчинена речовина розчиняється в розчиннику.



II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

-  Катерина та Вадим приготували розчини калій сульфату. Катерина розчинила 2 г калій сульфату в 100 см³ води. Вадим розчинив 5 г калій сульфату в 200 см³ води. Чий розчин є більш концентрованим? Поясніть, чому.
- У 100 см³ води розчиняється максимум 36 г натрій хлориду при 20 °С. Скільки натрій хлориду розчиниться в 200 см³ води?
- Михайло додавав купрум(II) сульфат до 100 см³ води, доки він не припинив розчинятися. Утворився синій розчин.
 - Назвіть розчинену речовину та розчинник.
 - Опишіть, як можна розчинити більше купрум(II) сульфату в тому самому об'ємі води.

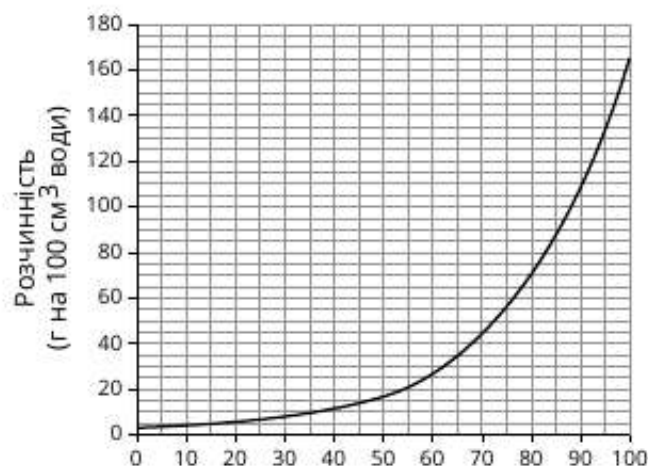
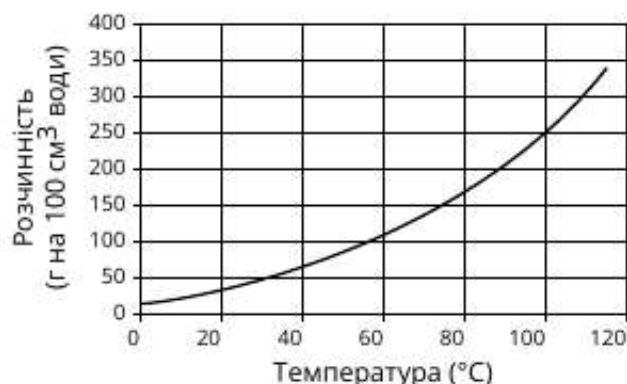


III. Проводжу дослідження природи

- У двох склянках без етикеток містяться вода і розчин цукру. Як експериментально розрізнити ці рідини без використання інших речовин або розчинів?



8. На графіку зазначено криву розчинності калій нітрату.
- а) Яка маса калій нітрату розчиниться в 100 см^3 води за 100°C ?
- б) Ганна хоче розчинити 150 г калій нітрату в 100 см^3 води. Для цього вона використовує воду з температурою 60°C . Чи зможе дівчина отримати насичений розчин за цих умов? Поясніть, чому.



9. На графіку зображено криву розчинності речовини під назвою галун. Антон виготовляє насичений розчин галуну, використовуючи воду при температурі 80°C . Потім він охолоджує розчин до 40°C . Опишіть, що станеться і чому.
10. Розчин, що складається з 200 г ацетону і 20 г води, один учень назвав концентрованим, а інший — розведеним. Поміркуйте, хто з них має рацію та чому.

Розділ 6. Хімічні реакції

6

Хімічні реакції супроводжують нас повсюди — від дихання і фотосинтезу до роботи батарей та приготування їжі. Унаслідок хімічних реакцій з'являються нові речовини, виділяється або поглинається енергія, змінюються властивості матеріалів. Наприклад, коли залізо іржавіє, це результат взаємодії металу з киснем і вологою. А коли тісто підіймається під час випікання, це також наслідок хімічних процесів.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про залежність між властивостями речовин та їх застосуванням;
- як визначати типи хімічних реакцій за різними ознаками;
- як описувати реакційну здатність металів з киснем, водою та розбавленими кислотами.

У цьому розділі ви навчитеся:

- використовувати схеми та рівняння для опису хімічних реакцій;
- порівнювати теплові ефекти хімічних реакцій;
- досліджувати реакційну здатність різних речовин.



rnk.com.ua/108789



Схеми хімічних перетворень та рівняння реакцій

Будете навчатися:

- описувати хімічні реакції за допомогою схем та хімічних рівнянь;
- розрізняти типи хімічних реакцій;
- називати та класифікувати неорганічні речовини.

**Хімічні реакції**

У природі постійно відбуваються перетворення одних речовин на інші. Без них неможливий розвиток живих організмів. Науковці в дослідницьких лабораторіях також вивчають хімічні реакції. Ви вже знаєте, що речовини, що вступають у хімічну реакцію, називаються реагентами, а речовини, що утворюються внаслідок реакції, — продуктами. Хімічні реакції можуть супроводжуватися різними фізичними змінами. Наприклад:

- виділення бульбашок свідчить про утворення газу (рис. 6.1);
- зміна кольору під час взаємодії відбувається, якщо реагенти та продукти мають різний колір;
- виділення чи поглинання теплоти під час хімічної реакції (рис. 6.2).



Рис. 6.1. Взаємодія натрій гідрогенкарбонату (харчової соди) з розчином етанової кислоти (оцтом)



Рис. 6.2. Унаслідок хімічної реакції між ферум(III) оксидом та алюмінієм виділяється багато теплоти



Рис. 6.3. Темно-коричневий колір пам'ятника Богдану Хмельницькому в Києві змінюється внаслідок взаємодії бронзи з речовинами з повітря

На пам'ятниках Тарасу Шевченку в Чернівцях, Богдану Хмельницькому в Києві (рис. 6.3), виготовлених із бронзи (сплав міді з оловом), утворюється зелений наліт, який періодично зчищують. Це відбувається тому, що мідь реагує одразу з трьома речовинами: киснем, водою (водяною парою) і вуглекислим газом, що містяться в повітрі.

Іншим прикладом хімічної реакції є іржавіння (рис. 6.4). Реагентами є залізо, вода та кисень, продукт — іржа (ферум(III) гідроксид).

Залізо — сріблясто-сірий метал, іржа — коричнева. Зміна кольору свідчить про те, що відбулася хімічна реакція.

Деякі речовини є хімічно неактивними. Наприклад, донедавна вважали, що інертні (благородні) гази взагалі не вступають в реакції з іншими речовинами.



Рис. 6.4. Корпус судна, укритий іржею



Попрактикуйтеся

1



Як ви вважаєте, чи можна ставити скисати молоко в алюмінієвому посуді?

2

Висловіть припущення, чому іржа з'являється не на всіх металах, а тільки на деяких? Наведіть приклади таких металів.

3

Певний час сірку добували, опускаючи робітників у кратер «сплячих» вулканів, де вони здирали сірку з внутрішніх стінок вулкана. Поясніть, як могла із вулканічних газів утворитися сірка.



Хімічні рівняння

Вам відомо, що для запису хімічних перетворень використовують схеми хімічних реакцій. Наприклад, хімічну реакцію іржавіння (рис. 6.5) можна записати у формі текстової схеми:



Рис. 6.5. Корозія заліза

Залізо + вода + кисень → ферум(III) гідроксид

Реагенти

Продукт



Назви реагентів записуються ліворуч, а назви продуктів — праворуч. Стрілка спрямована від реагентів до продуктів та означає, що продукти утворюються з реагентів. **Основні продукти реакції** — це речовини, які утворюються в результаті основного хімічного процесу. **Побічні продукти** утворюються паралельно з основними через небажані або супутні хімічні реакції. Наприклад, під час горіння метану (CH_4) основними продуктами є вуглекислий газ (CO_2) і вода (H_2O) (рис. 6.6), а побічними продуктами можуть бути чадний газ (CO) та сажа (C), якщо реакція відбувається у разі нестачі кисню.





Рис. 6.6. Графічна та текстова схеми горіння метану

Графічна схема хімічної реакції — схема хімічної реакції на основі моделей речовин. Якщо замість назв речовин у графічній схемі хімічної реакції записати їхні хімічні формули, то отримаємо формульну схему хімічної реакції (схему хімічної реакції). Умови, за яких відбуваються перетворення, часто зазначають у схемах реакцій над стрілками.



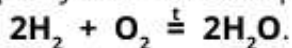
Рис. 6.7. Графічна схема реакції утворення води



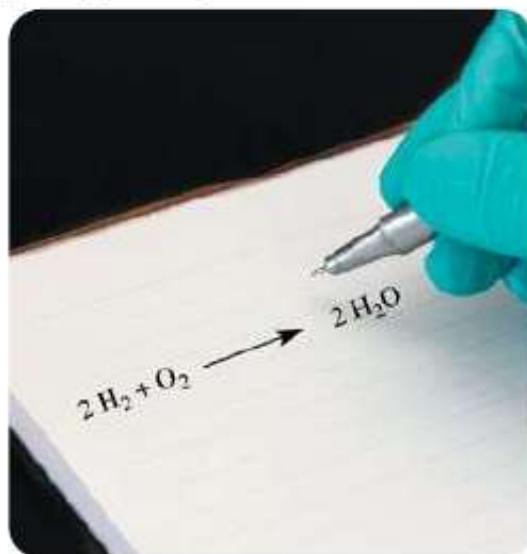
Хімічне рівняння — це запис хімічної реакції за допомогою формул реагентів і продуктів, в обох частинах якої міститься однакова кількість атомів різних хімічних елементів. Перетворимо схему реакції утворення води із водню і кисню (рис. 6.7) на хімічне рівняння: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

В обох частинах цієї схеми міститься однакова кількість атомів Гідрогену, але різна кількість атомів Оксигену. Поставимо перед формулою води коефіцієнт 2 для того, щоб у правій частині схеми теж було два атоми Оксигену: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Тепер атомів Гідрогену в правій частині стало чотири. Запишемо перед формулою водню коефіцієнт 2, щоб така сама кількість атомів Гідрогену була і в лівій частині схеми. Отримуємо хімічне рівняння:



Таким чином, щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння, потрібно зіставити кількості атомів кожного хімічного елемента у лівій і правій частині схеми, за потреби дібрати коефіцієнти для кожної речовини, записати їх перед хімічними формулами і замінити стрілку на знак рівності.





Попрактикуйтеся

4

Доберіть коефіцієнти відповідно до схеми хімічної реакції та зазначте їх загальну суму: $P + O_2 \rightarrow P_2O_5$.

5

Скористайтесь додатковими джерелами інформації та дізнайтеся, який вигляд мали схеми хімічних реакцій в алхіміків.



Класифікація неорганічних речовин



Рис. 6.8. Класифікація неорганічних речовин за складом



Рис. 6.9. Силіцій(IV) оксид

Кислоти — складні речовини, що містять атоми Гідрогену, які можуть заміщуватися атомами металічних елементів, та кислотні залишки. Наприклад, сульфатна (H_2SO_4), ортофосфатна (H_3PO_4) (рис. 6.10) і хлоридна (HCl) кислоти.

Неорганічні речовини за складом та хімічними властивостями поділяються на прості та складні (рис. 6.8). Користуючись періодичною таблицею хімічних елементів, можна визначити, просту речовину метал чи неметал утворює той чи інший хімічний елемент. Складні неорганічні речовини поділяють на декілька класів, серед яких звернімо увагу на чотири. **Оксиди** — речовини, що складаються з двох хімічних елементів, одним з яких є Оксиген. **Вода** (гідроген оксид) H_2O — найпоширеніша речовина на Землі. SiO_2 (рис. 6.9) є одним з найпоширеніших оксидів у літосфері, який найчастіше в природі зустрічається у вигляді піску.



Рис. 6.10. Ортофосфатна кислота входить до складу кока-коли



Основами (гідроксидами) називають речовини, що містять атоми металічних хімічних елементів, сполучені з однією або декількома гідроксильними групами (групами атомів —OH). Наприклад, натрій гідроксид (NaOH) і кальцій гідроксид (Ca(OH)_2). **Солі** — речовини, що складаються з атомів металічних елементів і кислотних залишків. Прикладами солей є натрій хлорид (NaCl) і кальцій карбонат (CaCO_3).

Існують правила, необхідні, щоб назвати речовину.

- Якщо речовина містить атоми металічного хімічного елемента, то його назва повинна бути на першому місці у назві цієї речовини.
- Коли два хімічні елементи вступають у реакцію, утворюючи речовину, її назва часто закінчується на **-ид** / **-ід**. Наприклад, ферум(III) хлорид, кальцій оксид, натрій сульфід тощо.
- Якщо назва речовини закінчується на **-ат**, вона містить атоми Оксигену. Наприклад, кальцій сульфат містить атоми Кальцію, Сульфуру та Оксигену, натрій нітрат — атоми Натрію, Нітрогену та Оксигену.

У таблиці 6.1 наведено кілька прикладів формул і назв речовин.



Таблиця 6.1. Назва речовини зазвичай показує, атоми яких хімічних елементів вона містить

Назва речовини	Металічний елемент	Неметалічний елемент	Формула
Натрій хлорид	Натрій	Хлор	NaCl
Магній оксид	Магній	Оксиген	MgO
Калій гідроксид	Калій	Оксиген, Гідроген	KOH
Кальцій карбонат	Кальцій	Карбон, Оксиген	CaCO_3
Літій сульфат	Літій	Сульфур, Оксиген	Li_2SO_4
Аргентум нітрат	Аргентум	Нітроген, Оксиген	AgNO_3



Попрактикуйтеся

6

Складіть назву кожної з перерахованих нижче речовин, скориставшись періодичною таблицею хімічних елементів.

- а) LiCl ; в) MgS ; г) K_2CO_3
 б) CaO ; ґ) NaNO_3 ;

7

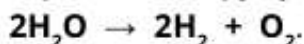
Скориставшись додатковими джерелами інформації, складіть таблицю-класифікацію найважливіших кислот.



Класифікація хімічних реакцій

Всі хімічні реакції можна згрупувати у кілька основних типів за низкою ознак. За основу класифікації хімічних реакцій найчастіше беруть зміни в кількості вихідних речовин та речовин, що утворилися внаслідок реакції.

Реакції розкладу — це реакції, в результаті яких з однієї речовини утворюється кілька нових речовин. Наприклад, розкладання води на водень і кисень під дією електричного струму (рис. 6.11):



Реакції сполучення — це реакції, в результаті яких з двох або кількох вихідних речовин утворюється одна нова речовина. Наприклад, сполучення азоту з воднем для утворення аміаку:

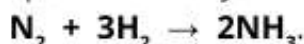
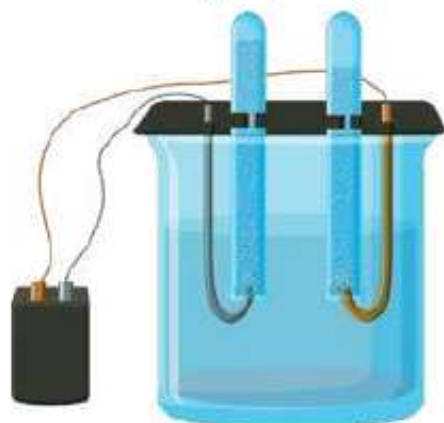


Рис. 6.11. Розклад води під дією електричного струму



Рис. 6.12. Утворення осаду аргентум хлориду

Реакції заміщення — це реакції між простою і складною речовинами, у процесі яких атоми простої речовини заміщують атоми одного з хімічних елементів складної речовини, утворюючи нову просту і нову складну речовини. Наприклад, взаємодія цинку з хлоридною кислотою з утворенням водню: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$.

Реакції обміну — це реакції, у процесі яких дві складні речовини обмінюються своїми складовими частинами, утворюючи дві нові речовини. Наприклад, на рис. 6.12 зображено хімічну реакцію безбарвного розчину аргентум(I) нітрату з безбарвним розчином натрій хлориду, внаслідок якої утворюється білий аргентум(I) хлорид, який є нерозчинним. Реакцію утворення осаду аргентум(I) хлориду можна представити за допомогою текстової схеми:

аргентум(I) нітрат + натрій хлорид → аргентум(I) хлорид↓ + натрій нітрат

Графічна схема взаємодії розчину аргентум(I) нітрату з розчином натрій хлориду зображена на рис. 6.13.



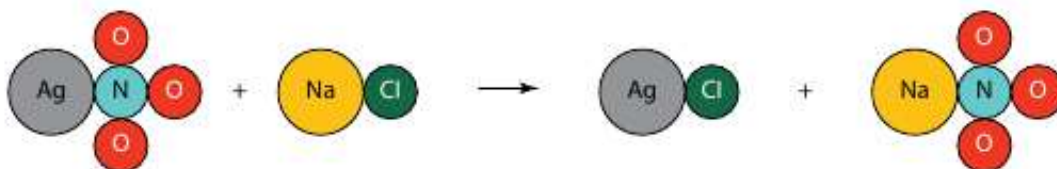


Рис. 6.13. Графічна схема для демонстрації реакції між аргентум(I) нітратом і натрій хлоридом

Хімічні реакції можна також класифікувати за такими ознаками:

- тепловим ефектом (екзотермічні й ендотермічні);
- ознакою оборотності (оборотні й необоротні реакції).
- за ознакою зміни ступеня окиснення реагуючих елементів (за цих умов як окрему групу виділяють окисно-відновні реакції).



Попрактикуйтеся

8

Здійсніть домашній експеримент. Дослідіть взаємодію харчової соди із соком квашеної капусти, кефіром, лимонною кислотою. Дотримуйтеся правил безпечної поведінки з речовинами. Опишіть фізичні зміни, які супроводжують ці хімічні реакції.



Наука в гії. Зменшення відходів у хімічних процесах



Відходи хімічних виробництв можуть бути шкідливими для людей або навколишнього середовища, а їх утилізація вимагає значних фінансових витрат та використання енергії. Саме тому науковці працюють, розробляючи хімічні реакції, що дають змогу отримувати чистіші продукти без побічних відходів.

Це важливий напрям для сучасної науки, що прагне мінімізувати вплив людини на природу. В Україні, як і в інших країнах світу, дедалі більше уваги приділяється розвитку «зеленої хімії». Це галузь, спрямована на зменшення шкідливих відходів хімічних виробництв, зокрема, у фармацевтиці, агрохімії. Вона сприяє екологічній безпеці країни і відповідає світовим трендам у сталому розвитку.



Завдання 6.1. Взаємодія натрію з водою

Ваш учитель / учителька продемонструє вам реакцію натрію з водою. Для цього потрібно наповнити велику скляну посудину водою і додати до неї розчин індикатора фенолфталеїну. Між посудиною та учнями бажано встановити пластикові екрани для захисту.



Рис. 6.14. Взаємодія натрію з водою

Учитель / учителька використовує захисні окуляри і гумові рукавички, які запобігають потраплянню бризок, і за допомогою гострого ножа відрізає невеликий шматочок натрію від більшого. Потім потрібно пінцетом обережно помістити цей шматочок у воду. Коли натрій торкається води, починає виділятися газ водень, який штовхає шматочок натрію поверхню води. Реакція супроводжується виділенням тепла, і суміш у склянці набуває малинового кольору (рис. 6.14).

1. Об'єднайтеся в пари та складіть текстову схему та рівняння цієї реакції, якщо продуктами реакції є водень і натрій гідроксид.
2. Обговоріть, які є докази того, що саме натрій гідроксид був продуктом реакції, якщо він розчиняється у воді та є лугом.
3. Перелічіть ризики цього експерименту. Поясніть, як їх контролювати.
4. Здійсніть взаємодію кальцію з водою, дотримуючись правил безпечної поведінки з речовинами.



Підсумки

- Під час хімічної реакції реагенти вступають у взаємодію, утворюючи продукти.
- Щоб перетворити схему реакції на хімічне рівняння, потрібно зіставити кількості атомів хімічних елементів у лівій і правій частині схеми, дібрати коефіцієнти для кожної речовини, записати їх перед хімічними формулами і замінити стрілку на знак рівності.
- Хімічні реакції класифікують за різними ознаками.



Ключові поняття

Хімічна реакція, реагенти, продукти реакції, хімічне рівняння, основні та побічні продукти реакції, оксиди, кислоти, основи, солі, реакції сполучення, розкладу, заміщення, обміну.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу використовувати символи для позначення хімічних формул та рівнянь.
- ☒ Я можу класифікувати речовини та хімічні реакції.
- ☒ Я можу оцінювати та контролювати ризики експерименту.





Будете навчатися:

- використовувати зміну температури для класифікації хімічних реакцій;
- розрізняти екзотермічні та ендотермічні процеси;
- порівнювати теплові ефекти різних фізичних і хімічних процесів.



Зміни температури під час хімічних реакцій

До фізичних змін, що супроводжують хімічні реакції, належать виділення чи поглинання теплоти. Під час деяких хімічних реакцій енергія передається навколишньому середовищу у вигляді тепла і світла, що сприяє підвищенню температури (рис. 6.15). В інших хімічних реакціях теплова енергія повинна надходити до системи, щоб взаємодія відбулася.



Рис. 6.15. Горіння деревини — це хімічна реакція, унаслідок якої енергія виділяється в навколишнє середовище у вигляді тепла і світла



Попрактикуйтеся

1

Проаналізуйте дані в таблиці 6.2. Для кожної хімічної реакції визначте, енергія була передана реагентам чи від них.

Таблиця 6.2.

Хімічна реакція	Температура на початку взаємодії (°C)	Температура наприкінці взаємодії (°C)
Магнієва стрічка з розведеною сульфатною кислотою	20	31
Розчин купрум(II) сульфату з порошком магнію	19	57
Натрій гідрокарбонат з лимонною кислотою	20	17
Натрій гідроксид з розведеною хлоридною кислотою	19	21



На рис. 6.16 зображено хімічну грілку для рук. У пакеті міститься порошок заліза і вода. Після відкриття пакета залізний порошок і вода взаємодіють з киснем із повітря.



Рис. 6.16. Унаслідок хімічної реакції в грілці для рук енергія передається навколишньому середовищу у вигляді тепла

Унаслідок цієї хімічної реакції передається енергія навколишньому середовищу у вигляді тепла, тому грілка нагрівається.

У деяких швидкодіючих холодкових пакетах для лікування спортивних травм також використовуються хімічні реакції. Наприклад, під час взаємодії харчової соди (натрій гідрогенкарбонату) з розчином лимонної кислоти утворюються натрій цитрат, вуглекислий газ і вода. Пакет охолоджується, оскільки енергія передається реакційній суміші з навколишнього середовища, і це сприяє зниженню температури пакета.



Тепловий ефект розчинення

Під час процесу розчинення також відбувається передача енергії. Наприклад, коли деякі солі, як-от: калій хлорид, амоній нітрат, амоній хлорид розчиняються у воді, температура знижується (рис. 6.17). Під час розчинення кальцій хлориду у воді температура підвищується.



Рис. 6.17. Деякі холодкові пакети, які можуть полегшити біль від спортивної травми, містять амоній хлорид з водою



Рис. 6.18. Миттєвий охолоджуючий пакет можна використовувати для лікування травмованої ноги

Один із видів пакетів швидкого охолодження (рис. 6.18) охолоджується за рахунок процесу розчинення. Під час стискання пакета розривається внутрішній пакет, і вода, що міститься всередині, змішується з порошкоподібною аміачною селітрою. У процесі розчинення амоній нітрату енергія передається речовині від води, що її оточує. Температура води знижується, що робить пакет холодним.



Тепловий ефект фізичних процесів

Плавлення і замерзання є прикладами фізичних процесів. Якщо витягти кубик льоду з морозильника, він почне танути, змінюючи агрегатний стан з твердого на рідкий.



Цей процес відбувається, оскільки теплова енергія передається від теплого приміщення до холодного льоду. Плавлення є **ендотермічним процесом**, оскільки під час нього енергія надходить із навколишнього середовища. Подібним прикладом є робота зріджених газів охолоджувачів у аерозольних балонах чи рефрижераторах — при розрідженні у більшому просторі вони переходять у газувату форму, більш їм природну та поглинають для цього енергію з навколишнього середовища.

Якщо поставити лоток із водою з-під крана в морозильник, вона замерзне, змінюючи агрегатний стан з рідкого на твердий.



Рис. 6.19. Танення льоду є ендотермічним процесом

Замерзання є **екзотермічним процесом**, оскільки під час нього енергія передається в навколишнє середовище. Під час кристалізації речовин у розчинах або під час утворення сніжинок з водяної пари у повітрі виділяється тепло, що також робить цей процес екзотермічним.

Екзотермічні та ендотермічні процеси часто спричиняють зміну температури навколишнього середовища. Наприклад, якщо ви тримаєте лід, ваші руки стають холодними, оскільки теплова енергія передається від них до льоду, що тане (рис. 6.19). Ендотермічні процеси протікають з поглинанням теплоти.



Попрактикуйтеся

2

Кипіння — це екзотермічний чи ендотермічний процес? Поясніть свою відповідь.

3

Намочіть у воді свій палець і обережно подмухайте на нього. Ви можете відчути, що палець став холодним, бо вода почала випаровуватися зі шкіри. Поміркуйте, випаровування є екзотермічним чи ендотермічним процесом (рис. 6.20).

4

Пригадайте, де ви мали справу у своєму повсякденному житті з конденсацією. Які умови потрібні для цього процесу? Визначте, це екзотермічний чи ендотермічний процес.

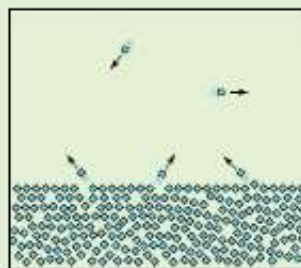


Рис. 6.20. Під час випаровування деякі молекули у рідині долають хімічні зв'язки між ними і виділяються у вигляді газу



Попрактикуйтеся

5

Під час розчинення калій нітрату у воді температура суміші змінилася з 19 °С до 12 °С. Учень стверджує, що цей процес є екзотермічним. Чи правильне це твердження? Обґрунтуйте свою відповідь.



Тепловий ефект хімічних процесів

Хімічні реакції пов'язані з передачею енергії. Під час екзотермічних реакцій енергія виділяється в навколишнє середовище. Наприклад, коли горить паливо, енергія передається навколишньому середовищу у вигляді світла і тепла, тоді ви можете бачити яскраве полум'я і відчувати його тепло. Енергія може також передаватися навколишньому середовищу за допомогою звуку. Зокрема, ви можете почути характерні вибухи під час феєрверку (рис. 6.21).



Рис. 6.21. Унаслідок екзотермічної реакції кальцій оксиду з водою утворюється кальцій гідроксид



Рис. 6.22. Згоряння палива — це екзотермічна реакція

Прикладами екзотермічних реакцій є:

- згоряння палива та інших речовин (рис. 6.22);
- взаємодія між металами та кислотами;
- реакція кальцій оксиду з холодною водою;
- реакції нейтралізації між кислотами та лугами.



Попрактикуйтеся

6

Коли людина тренується, її м'язи частіше скорочуються, а частота дихання збільшується. Опишіть, як можна визначити, що хімічні реакції, пов'язані з диханням, є екзотермічними.

7

Поясніть, чому деякі екзотермічні реакції небезпечно здійснювати в шкільній лабораторії.





Ендотермічні процеси

Більшість хімічних реакцій є екзотермічними, але деякі — ендотермічними. Наприклад, коли розчин натрій карбонату реагує з розчином кальцій хлориду, утворюється осад кальцій карбонату:

натрій карбонат + кальцій хлорид $\rightarrow$ кальцій карбонат + натрій хлорид



Рис. 6.23. Купрум(II) карбонат

Температура цієї реакційної суміші знижується, що свідчить про ендотермічний процес. Зверніть увагу, що більшість інших реакцій осадження є екзотермічними. Однак, більшість ендотермічних реакцій важко ідентифікувати за зміною температури. Це пов'язано з тим, що для протікання цих реакцій енергія повинна безперервно передаватися реагентам. Наприклад, коли зелений порошок купрум(II) карбонату (рис. 6.23) нагрівають, він розкладається, утворюючи чорний порошок купрум(II) оксиду та вуглекислий газ. Реакція супроводжується зміною кольору і виділенням газу. Однак процес припиняється, щойно припиняється нагрівання, що свідчить про те, що ця реакція ендотермічна.



Попрактикуйтеся

8

Складіть таблицю, яка узагальнює відмінності між екзотермічними та ендотермічними процесами. Для кожного типу змін наведіть принаймні два приклади фізичного процесу та хімічної реакції.

9

Коли через розплав кальцій хлориду пропускають електричний струм, він розкладається на кальцій і хлор. Реакція припиняє відбуватися, коли вимикається електричний струм. Визначте, це екзотермічна чи ендотермічна реакція. Поясніть свою відповідь.



Наука в гії. Автомобілі на паливних елементах

Реакція між воднем і киснем є екзотермічною. Коли ця реакція відбувається у воднево-кисневому паливному елементі, енергія передається у навколишнє середовище у вигляді електричного струму в ланцюзі.



Рис. 6.24. Деякі електромобілі використовують воднево-кисневі паливні елементи замість акумуляторних батарей

Використання воднево-кисневих паливних елементів може бути корисним способом зменшення викидів вуглекислого газу. Це також може зменшити залежність світу від сирої нафти, яка є невідновлюваним ресурсом. У рамках створення інтегрованих енергетичних систем на основі відновлюваних джерел енергії з 1980 року в Україні проводяться дослідження з використання водню як джерела та носія енергії.



Оптимальний варіант досягнення мети Дорожньої карти розвитку водневої енергетики України передбачає розроблення і виконання заходів на період 2020–2035 рр., на створення ефективної та економічної інфраструктури постачання споживачів воднем, що використовується як енергоносіє.



Завдання 6.2. Порівняння ефективності палива

Порівняння ефективності палива на основі вимірювання теплоти їхнього згоряння.

Сплануйте і виконайте експеримент, щоб порівняти енергію, яка передається під час згоряння різних видів спиртового палива. На рис. 6.25 показано апарат, який можна використовувати.



Рис. 6.25. Вимірювання підвищення температури під час спалювання рідкого палива



План дослідження

1. Зважте спиртовий пальник з паливом (метанол, етанол, пропанол тощо) і запишіть його масу.
2. Додайте в ємність 200 см³ води і зафіксуйте її початкову температуру.
3. Покладіть спиртовий пальник під контейнер, потім запаліть гніт.
4. Нагрівайте воду, поки її температура не підвищиться на 10 °C. Загасіть полум'я.
5. Зважте спиртовий пальник, щоб визначити масу спаленого палива.
6. Зробіть висновок, яке паливо дає найбільше енергії на один спалений грам.
7. Оцініть застосований метод і визначте методи його поліпшення.



Підсумки

- ✏ Передача теплової енергії в навколишнє середовище або з нього спричиняє зміни температури.
- ✏ Енергія передається навколишньому середовищу за рахунок екзотермічних процесів, що призводить до підвищення температури навколишнього середовища.
- ✏ Енергія передається з навколишнього середовища унаслідок ендотермічних процесів, що призводить до зниження температури навколишнього середовища.



Ключові поняття

Екзотермічний процес, ендотермічний процес.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу порівнювати теплові ефекти хімічних реакцій.
- ☒ Я можу визначати тепловий ефект розчинення різних речовин.
- ☒ Я можу аналізувати ефективність палива на основі вимірювання теплоти його згорання.

**Будете навчатися:**

- порівнювати реакційну здатність металів;
- описувати взаємодію металів з киснем, водою та розведеними кислотами;
- з'ясовувати залежність між застосуванням металів та їхніми фізичними й хімічними властивостями.

**Реакційна здатність речовин**

Деякі речовини мають дуже високу **реакційну здатність** та можуть бути описані як хімічно активні. Наприклад, фтор — найактивніший неметал. Він може реагувати майже з усіма іншими речовинами, окрім гелію, який належить до інертних газів (рис. 6.26).



Рис. 6.26. Гелій, яким наповнюють повітряні кульки, інертний і не вступає в реакції горіння



Рис. 6.27. Ряд активності деяких металів

Подібно до того, як неметали, наприклад, гелій і фтор, відрізняються за своєю реакційною здатністю, метали також мають різну хімічну активність. На рис. 6.27 наведено перелік деяких поширених металів у порядку їх реакційної здатності від найбільш активних до найменш активних. Такий список називається **рядом активності металів**. У цьому ряду калій є найбільш активним, а золото — найменш активним металом. Водень — це неметал, але він наявний у ряду активності металів для того, щоб можна було зробити прогноз щодо взаємодії металів з водою і розведеними кислотами.

Метали мають різні фізичні та хімічні властивості, що визначають їх використання в промисловості, будівництві, електроніці та медицині. Наприклад, малоактивні метали (золото, платина) використовують у ювелірній справі та електроніці через їхню стійкість до корозії.

**Попрактикуйтеся****1**

Скориставшись рядом активності металів, визначте метал, який є більш активним, ніж цинк, але менш активним, ніж кальцій.





Попрактикуйтеся

2

Об'єднайтеся в групи й розподіліть ролі: дослідник, еколог, металург, економіст. Спільно обговоріть проблемне питання: як раціонально використовувати метали у різних сферах життя з урахуванням їхньої активності. Розробіть рекомендації для підприємств і споживачів щодо вибору та використання металів залежно від їхнього місця в ряду активності.



Взаємодія металів з водою

Продуктами хімічних реакцій найбільш активних металів з холодною водою є гідроксиди цих металічних елементів і водень. Спостерігаючи за взаємодією металу з водою, фіксують виділення бульбашок газоподібного водню. Якщо бульбашки газу не утворюються, отже, метал не реагує з водою. Чим активніше метал реагує, тим енергійніше відбувається утворення бульбашок. Наприклад, калій є активним лужним металом, який реагує з водою згідно з текстовою схемою:

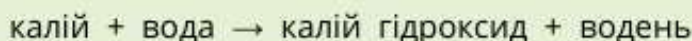


Рис. 6.28. Під час взаємодії калію з водою виділяються полум'я та іскри

Калій так енергійно реагує з водою, що водень, який виділяється внаслідок реакції, загоряється (рис. 6.28). З метою безпеки чашку Петрі, у якій відбувається взаємодія, варто накрити скляною пластинкою. Залежно від розміру шматка калію, реакція може тривати лише кілька секунд, перш ніж розпечений метал вибухне з невеликим тріском. Калій гідроксид розчиняється у воді, утворюючи розчин лугу. Підтвердити наявність калій гідроксиду серед продуктів реакції можна за допомогою індикатора фенолфталеїну, розчин якого набуває малинового кольору в лужному середовищі.

Реакція кальцію з холодною водою є екзотермічною, тому реакційна суміш нагрівається. Бульбашки утворюються дуже швидко, але водень не займається. Магній реагує з холодною водою повільно, утворюючи кілька бульбашок газу водню за кілька днів, а цинк узагалі не взаємодіє з водою за звичайних умов. Метали, які стоять у ряду активності після водню, не реагують з водою.



Попрактикуйтеся

3

Визначте три метали, крім цинку, які не реагують з водою. Обґрунтуйте свою відповідь.

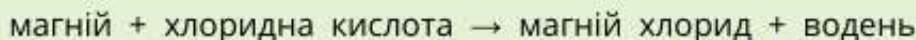
4

Поясніть, чому дахи деяких будинків зроблені з цинку.



Взаємодія металів з розведеними кислотами

Продуктами реакції металу з розведеною кислотою є сіль і водень. Склад солі залежить від природи металу і кислоти, які вступають у взаємодію. Сульфати утворюються у разі використання сульфатної, а хлориди — у разі використання хлоридної кислоти. Наприклад, магній реагує з розведеною хлоридною кислотою, утворюючи магній хлорид:



Графічна схема цієї взаємодії зображена на рис. 6.29.

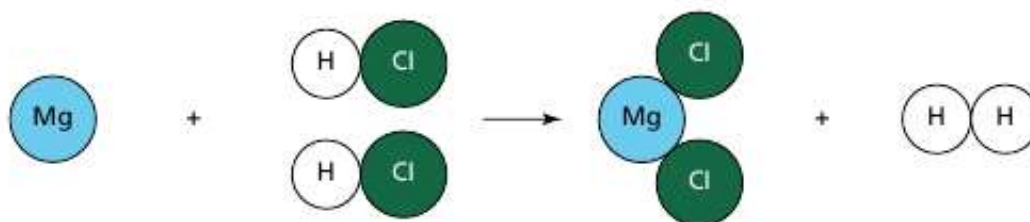


Рис. 6.29. Графічна схема реакції магнію з хлоридною кислотою



Рис. 6.30. Взаємодія кальцію, магнію, цинку і міді (зліва направо) з розведеною хлоридною кислотою

Тільки ті метали, які стоять у ряду активності до водню, можуть вступати в реакції заміщення з розведеними кислотами. Калій і натрій настільки активно реагують з розведеними кислотами, що ці реакції небезпечно проводити в шкільній лабораторії. Кальцій реагує з розведеними кислотами дуже швидко, магній швидко, цинк повільно, а мідь не реагує взагалі (рис. 6.30).



Попрактикуйтеся

5

Наведіть приклади двох металів, крім міді, які не реагують з розведеними кислотами. Поясніть свою відповідь.





Попрактикуйтеся

6

Спрогнозуйте, як залізо реагуватиме з розведеною сульфатною кислотою. Складіть рівняння цієї реакції.



Взаємодія металів з киснем

Продуктом реакції металу з киснем є його оксид. За кімнатної температури поверхня металу, що реагує, змінює колір і стає темною, оскільки на його поверхні утворюється шар оксиду. Калій і натрій дуже енергійно реагують з киснем. Коли їх розрізати ножом, поверхня зрізу буде блискучою і сріблястою, але вона змінюється на темно-сіру, коли метал реагує з киснем повітря (рис. 6.31). Ці лужні метали (утворені атомами хімічних елементів 1-ї групи періодичної таблиці) є агресивними та вибухонебезпечними. Зміна кольору калію відбувається за лічені секунди, а натрію — за лічені хвилини:



Рис. 6.31. Блискуча поверхня натрію швидко темніє на повітрі

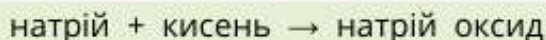


Рис. 6.32. За наявності води залізо повільно реагує з киснем повітря з утворенням оранжево-коричневої іржі

Шар оксиду захищає кальцій, магній і цинк від реакції з киснем повітря. Якщо тільки ці метали не нагрівають за допомогою бунзенівського пальника, у якому кальцій горить червоним полум'ям, а магній — білим полум'ям. Залізо реагує з киснем повітря з утворенням темного чорного шару оксиду Феруму (рис. 6.32), а мідь — з утворенням темного чорного шару оксиду Купруму (рис. 6.33). Срібло і золото не реагують з киснем.

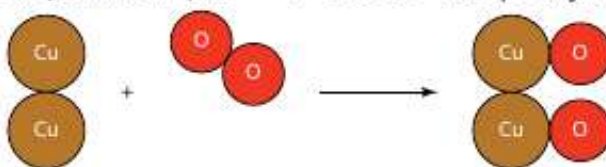


Рис. 6.33. Графічна схема взаємодії міді з киснем



Попрактикуйтеся

7

Цинк оксид білого кольору. Спрогнозуйте, як цинк реагуватиме з киснем повітря. Складіть рівняння цієї реакції.

8

Поясніть, чому натрій і калій зберігають в атмосфері інертного газу або під шаром гасу.



Наука в гії. Елементи живлення



Рис. 6.34. Акумулятор цього раннього мобільного телефону був настільки великим і важким, що телефон мав ручку для перенесення

Сьогодні існує безліч різних типів елементів живлення, деякі з них були розроблені ще в XIX столітті, а інші лише десятиріччя тому (рис. 6.34). До елементів живлення належать як одноразові батарейки, так і акумуляторні батареї. Батарейки класифікують за вмістом певних металів, зокрема, існують хлорно-цинкові, ртутні, срібні, літєві.

На кожній батарейці зазначають маркування, що попереджає про небезпеку їх утилізації разом із побутовими відходами, оскільки вони містять важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), кислоти та луги, що можуть забруднювати навколишнє середовище та завдавати шкоди здоров'ю. Наприклад, ртутні та літєві батарейки становлять екологічну загрозу через уміст ртуті та літію, зокрема літій може взаємодіяти з киснем повітря і спалахувати. В Україні питання збору та утилізації відпрацьованих батарейок стає дедалі актуальнішим. В багатьох містах уже діють пункти прийому відпрацьованих елементів живлення, що не лише допомагає розв'язувати екологічні проблеми, але й дає змогу використовувати батарейки як джерело цинку, мангану, графіту, нікелю тощо.



Завдання 6.3. Дослідження реакційної здатності металів

Порівняйте реакційну здатність деяких металів, за отриманими результатами розташуйте їх у порядку зростання активності, а потім співставте ваш результат з рядом активності металів. Метали, які ви будете тестувати: залізо, мідь, цинк, магній.



1. Зробіть прогноз — який метал з цього переліку, на вашу думку, буде найбільш реакційноздатним, а який — найменш реакційноздатним? Чому?
2. Підготуйте обладнання та матеріали, які вам знадобляться для цього експерименту.
3. Складіть покроковий план експерименту.
4. Оцініть ризики, щоб виявити будь-які небезпеки, які можуть виникнути під час проведення цього експерименту, й опишіть, як ви будете контролювати ці ризики.
5. Складіть таблицю результатів цього дослідження.
6. Здійсніть спланований експеримент.
7. Зробіть висновок. Проаналізуйте результати і порівняйте їх з вашим початковим прогнозом. Опишіть точність вашого прогнозу, зважаючи на результати, і з'ясуйте, чи точним він був.



Підсумки

- Інформація про реакційну здатність металів з киснем, водою та розведеними кислотами використовується для того, щоб розмістити їх у ряді активності.
- Спостерігаючи за взаємодією металів з водою та розведеними кислотами, фіксують виділення бульбашок газу водню.
- У реакції заміщення з розведеними кислотами вступають ті метали, які стоять у ряду активності до водню.



Ключові поняття

Реакційна здатність, ряд активності металів, луг.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу досліджувати реакційну здатність металів.
- ☒ Я можу використовувати ряд активності металів.
- ☒ Я можу прогнозувати продукти реакції.

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи



- До якого класу речовин належить кальцій хлорид?
А оксиди; **Б** основи; **В** кислоти; **Г** солі.
- Який з цих металів найактивніше реагує з холодною водою?
А кальцій; **Б** мідь; **В** цинк; **Г** залізо.
- До якого типу реакцій належить взаємодія кальцію з розведеною сульфатною кислотою?
А сполучення; **Б** заміщення; **В** розкладу; **Г** обміну.
- Літій під час нагрівання горить на повітрі. Складіть графічну схему цієї реакції.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію



- Проаналізуйте твердження **а** та **б**. Визначте, це ендотермічний чи екзотермічний процес.
а) Під час взаємодії магнію з розведеною хлоридною кислотою у пробірці вміст пробірки нагрівається.
б) Під час розчинення калій хлорату у воді, температура суміші знижується.
- Пакети для миттєвого охолодження можна виготовити, використовуючи аміачну селітру та воду. У разі стискання зовнішнього пакета з водою, внутрішній менший пакет із твердою аміачною селітрою розривається. Амоній нітрат розчиняється у воді, і пакет стає холодним. Опишіть, як відбувається передача енергії між отриманою сумішшю та навколишнім середовищем.
- Мирослав дослідив реакційну здатність трьох різних металів (А, Б і В), додаючи кожен з них у пробірку з розведеною хлоридною кислотою. У таблиці нижче наведено результати спостережень учня.



Метал	Спостереження
Метал А	Утворилося багато бульбашок, чути шипіння, пробірка нагрілася
Метал Б	Багато бульбашок утворилося дуже швидко, пробірка була гарячою на дотик
Метал В	Бульбашки утворювалися повільно, можна було почути шипіння, якщо уважно прислухатися, температура не змінювалася



Складіть ряд активності для металів, що беруть участь у цих реакціях. Поясніть свою відповідь.

8. Висловіть припущення, чому реакція між шматочком алюмінію та розведеною хлоридною кислотою прискорюється через деякий час.

III. Проводжу дослідження природи

9. Учні досліджували, як зміна маси амоній хлориду впливає на зміну температури у разі розчинення його у воді (рис. 6.35).
- а) Спрогнозуйте результати цього досліду.
- б) Запропонуйте заголовки стовпців, які слід використати в таблиці результатів. Як слід зазначити результати — у вигляді діаграми чи графіка?
10. Оріся здійснила експеримент, щоб виміряти зміну температури під час змішування двох розчинів. Результати дослідження наведено в таблиці.



Рис. 6.35. Вимірювання зміни температури у разі додавання амоній хлориду до води

Реагенти	Температура на початку взаємодії (°C)	Температура наприкінці взаємодії (°C)
Розчин натрій гідрокарбонату + + розчин лимонної кислоти	21	18
Розчин натрій гідроксиду + + розчин лимонної кислоти	21	23
Розведена хлоридна кислота + + розчин лимонної кислоти	21	21

- а) Визначте залежні та незалежні змінні в цьому експерименті.
- б) Проаналізуйте результати Орісі та зазначте, до якого типу хімічних реакцій належить другий процес.



Розділ 7. Вимірювання руху

7

Уміння точно вимірювати відстань і час є важливим у сучасному світі. У спорті час в 1/100 секунди може визначити перемогу чи поразку в перегонах. У космічній науці відхилення космічного апарату на кілька сантиметрів може означати, що він не досягне своєї мети, і його місія буде невиконана.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- як вимірювати відстань та час;
- як розраховувати швидкість об'єкта, що рухається;
- як описувати зміни в русі об'єкта;
- як використовувати графіки, щоб показати, як рухається об'єкт.

У цьому розділі ви навчитеся:

- використовувати символи та формули для представлення наукових ідей;
- виконувати достатню кількість вимірювань з використанням відповідних приладів;
- належно представляти спостереження та вимірювання.



rnk.com.ua/108794



Вимірювання відстані та часу

**Будете
навчатися:**

- розрізняти види рухів;
- обирати експериментальне обладнання та правильно його використовувати;
- проводити точні вимірювання та враховувати похибки.



Рух тіла

Усе в світі перебуває в русі: мільярди років, що існує Всесвіт, одна від одної розлітаються галактики; Земля обертається навколо Сонця, у краплині води безліч мікробів щосекунди перестрибують з місця на місце; повсякчас рухаються молекули речовин. Рухаються потяги, кораблі, авто, трамваї, рухаються люди, тварини, комахи.

Незважаючи на розмаїття прикладів руху, для них можна визначити спільні риси:

- всі тіла, що рухаються, змінюють своє положення в просторі відносно інших тіл;
- зміна положення тіл відбувається з плином часу.

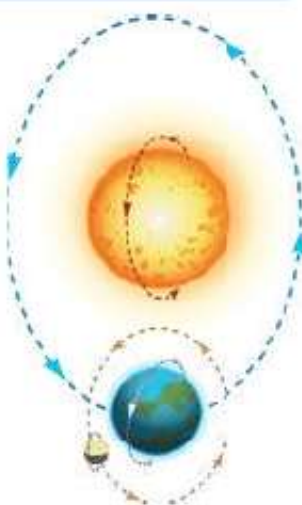


Рис. 7.1. Траєкторія руху бджоли

Механічним рухом називають зміну положення тіла або його частин у просторі з часом відносно інших тіл. Переміщуючись з однієї точки в іншу, тіло рухається по деякій лінії. Цю лінію називають **траєкторією руху** (рис. 7.1).

За формою траєкторії рух тіл поділяють на **прямолінійний** та **криволінійний**. Коли тіло рухається по своїй траєкторії, довжина пройденої тілом ділянки з часом збільшується. Довжину траєкторії, яку описує тіло під час руху протягом певного інтервалу часу, називають **шляхом**. Шлях позначають латинською літерою l (ель). Вимірюють у СІ в м (метрах), похідні одиниці вимірювання: $1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$; $1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$; $1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м}$; $1 \text{ дм} = 0,1 \text{ м}$.



Рис. 7.2. Переміщення бджоли

Якщо траєкторія руху невідома і несуттєво, якою саме траєкторією рухається тіло, а важливо вміти визначити зміну положення тіла у просторі з плином часу, тоді користуються поняттям **переміщення** (рис. 7.2).

Переміщення — це напрямлений відрізок прямої, який з'єднує початкове та кінцеве положення тіла. Переміщення позначають символом $\vec{s}$ (ес). Стрілка показує, що переміщення має не тільки значення (модуль), але й напрямок. Модуль переміщення, тобто відстань, на яку перемістилося тіло в цьому напрямку, також позначають символом s , але без стрілки. Одиниця переміщення в СІ така сама, як і одиниця шляху, — **метр**.



Попрактикуйтеся

1

Під час якого руху шлях і модуль переміщення рівні? Чи може переміщення дорівнювати нулю? Коли шлях більший за модуль переміщення?

Коли ви досліджуєте рух об'єкта, необхідно виміряти його переміщення та час, витрачений на цей рух. Потрібно подумати, наскільки точними мають бути ваші вимірювання, і знати, яке обладнання найкраще використовувати для отримання точних результатів.



Вимірювання довжини

Вимірювати означає порівнювати вимірювану величину з уже відомою одиницею виміру. На рис. 7.3 зображені вимірювальні прилади, які використовуються для вимірювання довжини.



а)



б)



в)



г)



ґ)



д)

Рис. 7.3. Прилади для вимірювання довжини:

а) лінійка; б) вимірювальна стрічка; в) вимірювальна рулетка;
г) лазерний далекомір; ґ) штангенциркуль; д) мікрометр



Попрактикуйтеся

2

Об'єднайтеся в пари та виконайте такі вимірювання:

- виміряйте відстань від дверей до вікна у класній кімнаті, використовуючи рулетку та лінійку;
- визначте відстань між двома кабінетами, використовуючи метр та рулетку;
- виміряйте відстань від входу до кінця коридору, використовуючи мірну стрічку та лінійку.





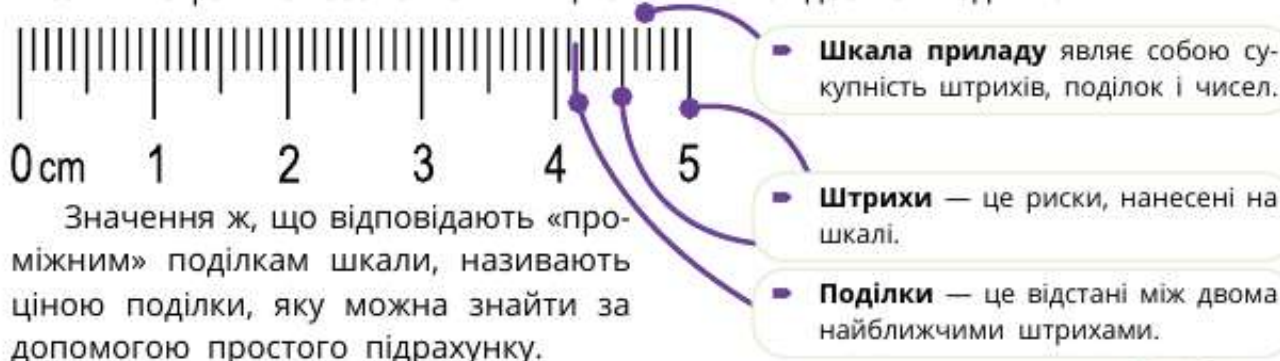
Попрактикуйтеся

3 Який прилад виявився найточнішим для кожного вимірювання?



Шкала вимірювального приладу

Більшість вимірювальних приладів довжини (рис. 7.3) мають шкалу, на яку нанесено поділки, причому біля деяких поділок написано значення фізичної величини. Так, значення довжини в сантиметрах нанесено на лінійці біля кожної десятої поділки.

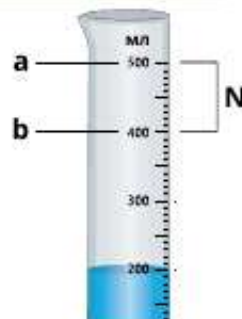


Значення ж, що відповідають «проміжним» поділкам шкали, називають ціною поділки, яку можна знайти за допомогою простого підрахунку.

Як знаходити ціну поділки

Ціна поділки шкали — найменше значення поділки шкали вимірювального приладу. Щоб визначити ціну поділки шкали, необхідно різницю двох найближчих значень величин, зазначених на шкалі, поділити на число поділок між ними.

$c = \frac{(a-b)}{N}$, де c — ціна поділки шкали приладу; a, b — найближчі числові значення; N — кількість поділок між рисками.



Похибки й оцінювання точності вимірювань

Результати виконаних нами вимірювань не можуть бути абсолютно точними, вони завжди наближені, тому що чутливість не тільки наших органів почуттів, але й вимірювальних приладів має певні межі.



Знімаючи показання із приладів, необхідно зазначити не тільки наближене значення вимірюваної величини, але й ті найбільші похибки, які можуть виникнути під час вимірювань. **Похибка вимірювань** дорівнює половині ціни поділки шкали вимірювального приладу. Під час запису величин, з урахуванням похибки, необхідно користуватися формулою: $A = a \pm \Delta a$, де A — величина, що вимірюється, a — результат вимірювань, Δa — похибка вимірювань (Δ — грецька буква «дельта»).



Попрактикуйтеся

4

Підготуйте лінійку, метр, рулетку та штангенциркуль і визначте ціну поділки кожного приладу.

5

Виміряйте довжину та товщину:

а) олівця, використовуючи лінійку і штангенциркуль;

б) довжину та ширину стільниці, використовуючи метр і лінійку;

в) класної дошки, використовуючи лінійку та рулетку.

6

Запишіть отримані результати з урахуванням похибки.



Завдання 7.1. Перевіряємо гіпотезу

Існує гіпотеза, що відстань між витягнутими в сторони руками дорівнює зросту людини.

Складіть план перевірки цієї гіпотези:

а) спрогнозуйте необхідну найменшу кількість людей, необхідну для більш точного отримання результатів;

б) подумайте, яку кількість вимірювань необхідно зробити для отримання найкращого результату, та складіть таблицю для запису результатів вимірювань;

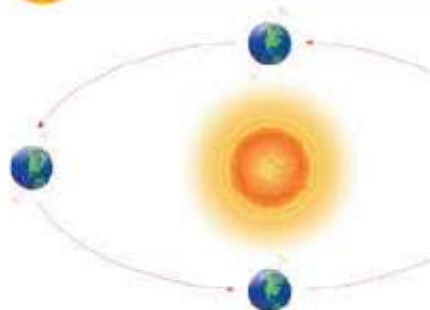
в) оберіть необхідні вимірювальні прилади;

г) знайдіть ціну поділки обраних приладів та оцініть похибку вимірювань;

ґ) проведіть вимірювання та занотуйте результати вимірювання із урахуванням похибки до таблиці.



Вимірювання часу



Час — фізична величина, яка показує тривалість події. Основною одиницею часу в СІ є секунда. Для вимірювання часу використовують періодичні процеси, як-от: рух Сонця по небосхилу, зміни видимої форми Місяця, зміна пір року, розливи річок. Саме завдяки цим періодичним процесам виникли такі одиниці часу як-от: доба, місяць, рік.

На практиці ми використовуємо не тільки основну одиницю часу (секунду), а й інші звичні одиниці, які пов'язані між собою так:

■ 1 хв = 60 с;

■ 1 доба = 24 год = 1440 хв = 86 400 с;

■ 1 год = 60 хв = 3600 с;

■ 1 рік = 365 (366) діб.





Виміряти час — це визначити, скільки одиниць часу вкладається в проміжок з моменту початку події до її завершення. Одна секунда — це проміжок часу, який становить частину середньої сонячної доби. $1 \text{ секунда} = 1 \text{ доба} / 86400$.

Першими приладами, з допомогою яких люди почали вимірювати час, були сонячні, піскові й водяні годинники. Пізніше з'явилися механічні годинники. Досить часто нас цікавить, коли саме відбулася певна подія. На це питання дає відповідь календар.



Попрактикуйтеся

7

Заміряйте час, який вам знадобиться, щоб:

- написати своє ім'я;
- прочитати сторінку цієї книги;
- полічити до 200.



Наука в гії. Метрична система

Метр є одним із найзначніших досягнень в історії людства, який вплинув на безліч сфер життя, від інженерії до міжнародної торгівлі та політичних систем. Сьогодні метрична система, розроблена у Франції, є офіційною системою вимірювання майже в усіх країнах світу, за винятком Сполучених Штатів, Ліберії та М'янми (Бірма). У 1791 році Національні Збори Франції затвердили **метр** як одиницю довжини.



Рис. 7.4. Основні одиниці системи СІ



Рис. 7.5. Еталон метра в бюро міжнародних стандартів в Парижі

Цей крок сприяв заснуванню одного з найдавніших інститутів світу — Міжнародного бюро мір і ваги. Початково створене для збереження міжнародних стандартів, Бюро здійснює уніфікацію одиниць вимірювання: метра, кілограма, секунди, ампера, кельвіна, моля і канделі (рис. 7.4). Головний еталон метра зберігається саме тут, а його ретельно відкалібровані копії були розіслані до різних столиць світу (рис. 7.5).

У 1901 році в Харкові відкрили першу повірочну палату в Україні, яка займалася звірянням і тавруванням торговельних мір і вагів. Цей момент став початком не лише історії інституту, а й розвитку метрології та стандартизації в країні.

До 1922 року палату трансформували в Українську Головну палату мір та ваг. У 1933 році вона стала Українським науково-дослідним інститутом метрології та стандартизації. У 2002 році інститут отримав статус Національного наукового центру за указом президента України. Нині ННЦ «Інститут метрології» виконує функції Головного центру з забезпечення єдності вимірювань в Україні.



Рис. 7.6. Національний науковий центр «Інститут метрології», м. Харків



Підсумки

- Траєкторія руху — це уявна лінія, яку описує у просторі точка, що рухається.
- Шлях — це фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії.
- Довжина — це відстань між двома точками лінії або між кінцями відрізка.
- Час — фізична величина, яка показує тривалість події.
- Шкала приладу являє собою сукупність штрихів, поділок і чисел.
- Ціна поділки шкали — найменше значення поділки шкали вимірювального приладу.
- Похибка вимірювань дорівнює половині ціни поділки шкали вимірювального приладу.



Ключові поняття

Механічний рух, траєкторія, шлях, переміщення, довжина, метр, час, секунда, вимірювальний прилад, шкала приладу, ціна поділки приладу, похибка вимірювань.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу розрізняти види рухів.
- ☒ Я можу вибрати відповідний прилад для вимірювання відстані та часу.
- ☒ Я можу пояснити свій вибір вимірювального приладу.
- ☒ Я можу точно виміряти і переконатися, що мої результати достовірні.





Швидкість і середня швидкість. Графіки залежності шляху від часу

**Будете
навчатися:**

- розраховувати швидкість руху тіла, розуміти різницю між швидкістю та середньою швидкістю;
- представляти наукові ідеї у вигляді символів та формул;
- інтерпретувати прості графіки рівномірного та нерівномірного руху, будувати графіки руху.



Швидкість тіла

Коли тіло рухається, то за певний час воно проходить деякий шлях. Для різних рухомих тіл (рис. 7.7) цей шлях може бути різним. Пішохід за дві години пройде 10 км, а автомобіль за цей самий час проїде 200 км. Порівнюючи рух пішохода й автомобіля, кажуть, що автомобіль рухається швидше за пішохода. Якщо за однакові проміжки часу автомобіль проходить однаковий шлях, то такий рух називають **рівномірним**.



Рис. 7.7. Тіла рухаються з різними швидкостями



Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте та наведіть приклади рівномірного руху.

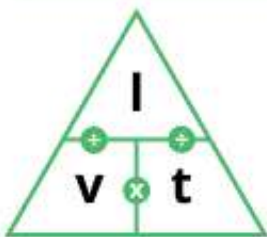


Рис. 7.8. Графічна схема формули швидкості

Для порівняння стрімкості руху різних тіл у фізиці використовують таку характеристику руху, як швидкість. **Швидкість рівномірного руху** — це фізична величина, що дорівнює відношенню шляху l , який подолато тіло, до інтервалу часу t , протягом якого цей шлях був подоланий. Позначається малою латинською літерою v та визначається за формулою: $v = \frac{l}{t}$, де:

$$\text{Швидкість} = \frac{\text{Пройдений шлях}}{\text{Час руху}}$$

Рис. 7.9. Текстова формула швидкості

Це рівняння можна представити за допомогою графічної схеми (рис. 7.8) та текстової формули (рис. 7.9).



Одиниці швидкості

Одиниця швидкості руху в СІ — **метр за секунду** (м/с).

1 м/с — дорівнює швидкості такого рівномірного руху, в ході якого тіло за 1 с долає шлях 1 м. Швидкість руху можна вимірювати в см/с, км/год або в км/с. Наприклад, швидкість літака становить 250 м/с, швидкість світла у вакуумі — 300000 км/с, швидкість автомобіля — 90 км/год, швидкість равлика — 0,6 см/с. Виразимо швидкість автомобіля в одиницях СІ:



$$90 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 90 \frac{1\,000\text{ м}}{3\,600\text{ с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приладом для вимірювання швидкості руху слугує **спідометр** (рис. 7.10).

На відміну від відстаней та інтервалів часу, всі можливі у природі швидкості руху тіл укладаються між двома граничними значеннями: мінімальним, що дорівнює нулю, та максимальним — рівним швидкості світла у вакуумі ($3 \cdot 10^8$ м/с).

Рис. 7.10. Спідометр



Попрактикуйтеся

2

Яку відстань проїде автомобіль зі швидкістю 12 м/с за:

а) 10 секунд; **б)** 1 хвилину; **в)** 15 хвилин.

3

Паралімпієць та відомий на всю Україну рекордсмен Олег Іваненко встановив світовий рекорд. Українець, який після отриманої ще в юності травми, змушений пересуватися тільки на інвалідному візку, проплив 32 кілометри Ла-Маншем за 18 годин! Обчисліть, яка середня швидкість цього рекорду.



Середня швидкість



Коли ви йдете до школи, ваша швидкість змінюється багато разів. Такий рух називають **нерівномірним**. Говорячи про швидкість нерівномірного руху, мають на увазі середню швидкість на певній ділянці шляху або за певний проміжок часу. Щоб її обчислити, ділять увесь пройдений тілом шлях на весь час руху. Водночас ураховується, що об'єкт прискорюється, сповільнюється і навіть зупиняється під час руху.



Середня швидкість нерівномірного руху тіла — це фізична величина, що дорівнює відношенню всього шляху l , який подолато тіло, до інтервалу часу t , за який цей шлях подолано.

$$v_{\text{сер}} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}, \text{ де:}$$

де $l_1, l_2, \dots, l_n$ — ділянки шляху, пройдені за відповідні інтервали часу $t_1, t_2, \dots, t_n$. Це рівняння можна представити за допомогою текстової формули (рис. 7.11).

$$\text{Середня швидкість} = \frac{\text{Увесь шлях}}{\text{Увесь час спостереження}}$$



Рис. 7.11. Текстова формула середньої швидкості



Попрактикуйтеся

- 4 Поміркуйте та наведіть приклади нерівномірного руху.
- 5 Туристи подолали 3 км шляху за 240 хв, потім півгодини милувалися краєвидами на оглядовому майданчику, а на подолання 14 км витратили 5 год. Обчисліть середню швидкість туристів.

Здебільшого доцільно описувати рух тіла з допомогою графіків, оскільки це дає змогу, не докладаючи зусиль та без використання обрахунків порівняти рух декількох тіл, або рух одного тіла на різних ділянках (у разі нерівномірного руху). Навчимося будувати графіки залежності шляху від часу для рівномірного та нерівномірного прямолінійного руху.



Графік залежності шляху від часу для рівномірного руху



Розгляньмо рух велосипедиста, який рухається по дорозі рівномірно прямолінійно зі швидкістю 100 м/хв протягом 5 хв. Для побудови графіка виконаймо такий алгоритм:

1. Скористаймося формулою $l = v \cdot t$ і та обчислимо шлях, який проїде велосипедист протягом однієї, двох, трьох, чотирьох та п'яти хвилин. Отримані дані занотуймо в таблицю.

t, хв	0	1	2	3	4	5
l, м	0	100	200	300	400	500



Рис. 7.12. Графік залежності шляху від часу для рівномірного руху

2. Накреслимо дві взаємно перпендикулярні осі. На горизонтальній осі — осі абсцис — відкладемо час руху велосипедиста в хвилини (одна клітинка — 1 хвилина). На вертикальній осі — осі ординат — шлях у метрах (одна клітинка — 100 м).
3. Побудуємо точки з координатами: (0; 0), (1; 100), (2; 200), (3; 300), (4; 400), (5; 500).
4. З'єднаймо побудовані точки лінією. Отриманий відрізок прямої — графік шляху велосипедиста (рис. 7.12).



Попрактикуйтеся

6

Розгляньте графіки руху автомобіля та мопеда (рис. 7.13) та визначте:

- а) за який час автомобіль подолав 40 м;
- б) який шлях подолав мопед за 3 с;
- в) швидкості руху транспортних засобів.

7

Порівняйте отримані швидкості та зробіть висновки, як кут нахилу графіка руху залежить від значення швидкості.



Рис. 7.13. Графіки руху автомобіля та мопеда



Графік залежності шляху від часу для нерівномірного руху



Продовжимо спостерігати за рухом велосипедиста. Через 500 метрів від початку руху дорога пішла вгору і швидкість велосипедиста зменшилася до 50 м/хв. Подолавши підйом за 2 хв, він зупинився перепочити протягом 3 хвилин, та останні 200 метрів шляху рухався з початковою швидкістю. Як бачимо, швидкість велосипедиста змінювалася на кожній ділянці, тому його рух був нерівномірний. Яким буде графік шляху для такого руху?

1. Занотуймо необхідні дані в таблицю.

t, хв	0	5	7	10	12
l, м	0	500	600	600	800

2. Побудуємо точки з відповідними координатами.
3. З'єднаймо побудовані точки лінією. Графіком такого руху є ламана (рис. 7.14).





Рис. 7.14. Графік залежності шляху від часу для нерівномірного руху



Попрактикуйтеся

8

Виконайте завдання на побудову графіку нерівномірного руху:

- об'єднайтеся у декілька груп, розподіліть ролі — лідер групи (координує роботу), виконавець графіків (відповідає за побудову графіків), оформлювач (оформлює результати), розв'язувач завдань (виконує розрахунки) та доповідач (презентує результати);
- придумайте завдання на нерівномірний рух декількох персонажів комп'ютерної гри, розв'яжіть його та побудуйте графік руху;
- оформіть результати на окремому аркуші;
- обмінюйтеся завданнями з іншими групами для розв'язання;
- презентуйте ваше завдання та розв'язання, а також перевірте розв'язання інших груп. Якщо є відмінності, проаналізуйте їх.



Завдання 7.2. Вимірювання середньої швидкості ходьби

Вимірювання середньої швидкості ходьби від дому до школи.

Побудова графіку руху. Коли ми говоримо про швидкість руху тіл у навколишньому середовищі, то маємо на увазі середню швидкість. Саме вона дає змогу оцінити пройдений шлях, знаючи час руху, або навпаки, знайти час, знаючи відстань. Навчимося визначати власну середню швидкість.



- Складіть план вимірювання середньої швидкості руху.
- Дослідіть шлях від дому до школи та виявіть кількість ділянок, де можлива зміна швидкості (сходи, світлофор тощо).
- Запропонуйте декілька варіантів вимірювання довжини кожної ділянки. Підготуйте прилади для вимірювання часу.
- Проведіть необхідні вимірювання. Складіть таблицю та запишіть свої результати.
- За допомогою формули середньої швидкості обчисліть середню швидкість свого руху. Побудуйте графік залежності шляху від часу руху від школи до дому.



Наука в гії. Глобальна система позиціонування

Система глобального позиціонування (Global Positioning System, скорочено GPS) — сукупність радіоелектронних засобів, що дає змогу визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері.



Рис. 7.15. Мережа супутників GPS

За своєю суттю GPS — це система, яка використовує супутники, для надання інформації про геолокацію та час на приймач GPS будь-де на Землі або поблизу неї. Ваш GPS-приймач обчислює відстань до кожного з цих супутників, використовуючи час, за який радіосигнали доходять до нього.

Системи GPS моніторингу в Україні почали стрімко розвиватися ще на початку 2000-х років. Самий пік популярності на придбання GPS-трекерів припав на 2006-2007 роки.



Підсумки

- Швидкість рівномірного руху — це фізична величина, що дорівнює відношенню шляху l , який пододало тіло, до інтервалу часу t , протягом якого цей шлях був подоланий.
- Середня швидкість нерівномірного руху — це фізична величина, що дорівнює відношенню всього шляху l , який пододало тіло, до інтервалу часу t , за який цей шлях подолано.
- За графіком залежності шляху від часу можна: дізнатися, як рухалось тіло, знайти шлях, який додало тіло за певний інтервал часу, визначити та порівняти швидкості руху тіл.



Ключові поняття

Рівномірний рух, нерівномірний рух, швидкість, середня швидкість, GPS.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу розрізняти рівномірний та нерівномірний рух.
- ☒ Я можу спланувати експеримент, щоб виміряти середню швидкість.
- ☒ Я можу обчислити швидкість та середню швидкість об'єкта, що рухається.
- ☒ Я можу будувати графіки залежності шляху від часу.
- ☒ Я можу описати рух, показаний на графіку залежності швидкості від часу.



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. За якої умови шлях і переміщення збігаються за значенням?

- А якщо тіло рухається прямолінійно в будь-якому напрямі;
- Б якщо тіло рухається прямолінійно завжди в одному напрямі;
- В якщо тіло рухається по колу;
- Г якщо тіло рухається по будь-якій замкнутій траєкторії.

2. Яке тіло рухається по криволінійній траєкторії?

- А кінець хвилинної стрілки годинника;
- Б кабіна ліфту;
- В випущений з рук камінь;
- Г крапля дощу.

3. Два потяги одночасно виїхали з Київського вокзалу: один до Вінниці (270 км), а інший до Львова (540 км). Наступного дня обидва потяги повернулися до Києва. Чи однакове переміщення здійснили ці потяги?

- А ні, більше переміщення здійснив потяг, що пройшов більшу відстань;
- Б ні, більше переміщення здійснив потяг, що пройшов меншу відстань;
- В так, переміщення дорівнює нулю;
- Г це визначити неможливо.



II. Здійснюю пошук та опрацювую інформацію



4. Наведіть приклади, коли траєкторія руху відома ще до початку руху, а коли — невідома.

5. Чи може шлях бути меншим за модуль переміщення?

6. У гірському селі на Львівщині є найдовша вулиця України. Це вулиця Шевченка у селі Орів Трускавецької громади. Її протяжність — 14 кілометрів. Скільки часу буде тривати прогулянка селищем зі швидкістю 4 км/год?



7. Іван Єфанов, український атлет і бігун, розпочав свій «УЛЬТРАМАРАН у 542 км заради життя» 26 вересня 2019 року. Він подолав 500 км від Одеси до Києва за 11 днів, рухаючись українськими дорогами через міста та села. Стартував від пам'ятника Дюка де Рішельє і фінішував на Майдані Незалежності. Обчисліть середню швидкість його руху.
8. Лінивець подолав 9 метрів за 5 хвилин, потім 10 хвилин відпочивав та з новими силами проповз ще 11 метрів за наступні 5 хвилин. Обчисліть середню швидкість лінивця за всю подорож. Виразіть знайдену швидкість у м/с.



III. Проводжу дослідження природи

9. Учениця хоче дізнатися середню швидкість руху жука. Вона вимірює, на яку відстань рухається жук кожні 10 с протягом 1 хвилини. Результати зазначено у таблиці.
- а) Побудуйте графік залежності шляху від часу за цими результатами.
- б) Обчисліть середню швидкість жука протягом однієї хвилини.
- в) Який з показників свідчить про те, що жук не рухається з постійною швидкістю? Як ви можете визначити це на графіку?

Час (с)	Відстань (м)
0	0
10	4
20	8
30	12
40	15
50	20
60	24

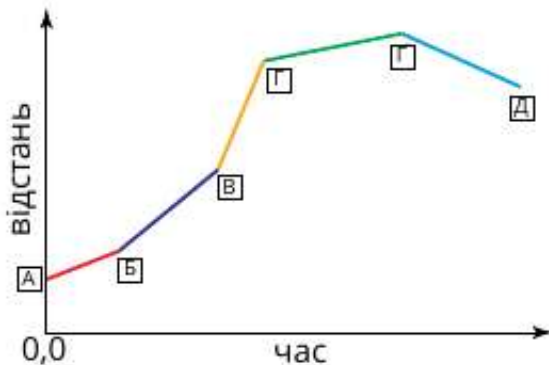


Рис. 7.16.

10. На рисунку 7.16 показано середню швидкість спортивного автомобіля під час його руху частиною траси для перегонів за кожні 10 секунд. Проаналізуйте графік та надайте відповіді.
- а) Чи показує графік початок автомобільних перегонів? Поясніть вашу думку.
- б) Автомобіль сповільнює рух, коли доїжджає до повороту. Яка точка на графіку показує, де може бути поворот?

- в) Яка точка на графіку показує автомобіль у найвіддаленішій точці від початку перегонів? Поясніть свій вибір.
- г) Поміркуйте, який вигляд мав би графік, якби середня швидкість вимірювалася не кожні 10 секунд, а кожну 1 секунду? Поясніть свою відповідь.



8

Розділ 8. Сили та тиск

Гірський велосипедист покладається на силу тяжіння, щоб розганятися до високих швидкостей під час спуску крутим схилом. Його швидкість також залежить від інших сил: зусилля, яке він передає на колеса через педалі, та тертя між шинами й поверхнею. Сніг або лід кардинально змінюють силу тертя. Щоб визначити напрямок руху велосипеда, байкер інстинктивно підсумовує постійно змінювані сили і керує ними, прискорюючи або гальмуючи. Різниця між установленням рекордного часу та масовою аварією часто полягає у рішеннях, ухвалених за долі секунди.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про сили, що діють на рухоме тіло;
- чому виникає тиск у рідинах і газах;
- про будову атмосфери та атмосферний тиск.

У цьому розділі ви навчитеся:

- знаходити рівнодійну сил, що діють на тіло;
- обчислювати тиск, який чинить тіло на поверхню;
- обчислювати зміну тиску під час підйому на висоту.



rnk.com.ua/108797

**Будете
навчатися:**

- розрізняти види сил;
- описувати, які сили впливають на рух тіла;
- представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.

**Сили**

Слово «сила» вам знайомо з дитинства. Якщо потрібно зрушити з місця тіло, що перебуває у спокої, або зупинити рухоме тіло, то необхідно докласти певне м'язове зусилля. Це зусилля може бути більшим чи меншим. Слово «сила» вживається під час опису багатьох явищ природи — сильний вітер, сильний дощ тощо.



Рис. 8.1. Англійський фізик Сер Ісаак Ньютон (04.01.1643 – 31.03.1727)

Часто воно характеризує поняття, які зовсім не пов'язані з м'язовими зусиллями, наприклад, сильний біль, сильне почуття. Науковці використовують поняття «сила» для кількісної характеристики взаємодії тіл.

Сила — це фізична величина, яка є мірою взаємодії двох тіл. В результаті взаємодії тіла деформуються або змінюють свою швидкість. Силу позначають літерою **F**.

На честь англійського фізика Ісаака Ньютона (рис. 8.1), який зробив величезний внесок у дослідження природи та використання різних видів сили, одиниця виміру сили у фізиці називається ньютон (Н). **Сила** — векторна величина.

**Попрактикуйтеся****1**

В 7-му класі ви знайомилися з деякими силами. Пригадайте:

- а) як називаються та позначаються ці сили;
- б) унаслідок дії якої сили виникає рух тіла;
- в) дія якої сили спричиняє деформацію тіла.

2

Що таке векторна величина. Які векторні величини ви знаєте?





Сила тертя

Під час руху по горизонтальній поверхні тіло може збільшувати або зменшувати швидкість або зупинятися. Причиною зміни швидкості є сили, які діють на це тіло. Ці сили можуть бути різними: як ті, що викликають рух, так і ті, що його уповільнюють.

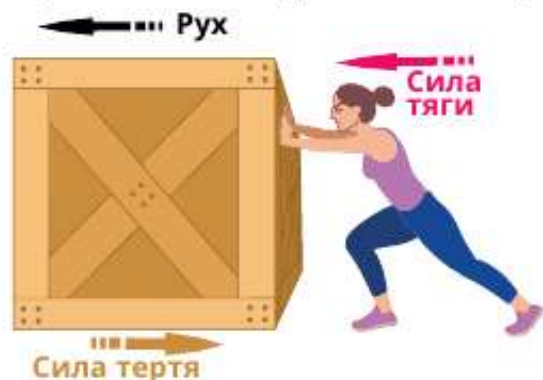


Рис. 8.2. Сила тяги та сила тертя

Сила тяги викликає рух і підтримує його. Вона завжди діє в напрямку руху. Силу тяги може створити, наприклад, двигун автомобіля, кінь, який тягне віз, людина, яка щонебудь тягне або штовхає. Чисельне значення цієї сили цілком залежить від її джерела.

Уповільнює рух сила тертя. **Сила тертя** — це сила, яка виникає під час руху тіла по поверхні іншого та спрямована в бік, протилежний руху (рис. 8.2).

Розрізняють два види тертя. Зазвичай ми стикаємося із **сухим тертям**, яке виникає між двома поверхнями твердих тіл. Якщо між двома поверхнями існує прошарок із рідини або газу, таке тертя називають **в'язким**. Ми суттєво відчуваємо різницю, коли ходимо по сухій підлозі та мокрій.

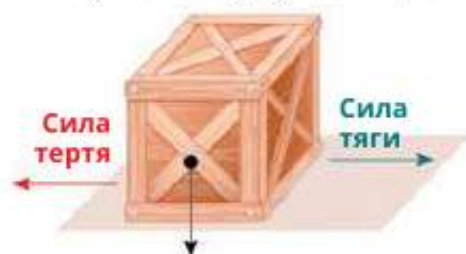


Рис. 8.3. Сила тертя спокою

Залежно від взаємного переміщення тіл ми стикаємося з різними типами тертя. **Тертя спокою** спостерігається між двома тілами, якщо вони не рухаються одне відносно одного. Його слід подолати, щоб привести в рух два тіла відносно одне одного. Наприклад, тертя спокою утримує вантаж від скочування з нахиленої поверхні (рис. 8.3).



Попрактикуйтеся

3

Поміркуйте та наведіть ще приклади тіл, на які діє сила тертя спокою.

Тертя ковзання виникає внаслідок переміщення одного тіла по поверхні іншого (рис. 8.4). Науковці експериментально встановили, що сила тертя ковзання прямо пропорційна чисельному значенню маси тіла. Дійсно, чим більша маса тіла, тим важче нам рухати його.



Рис. 8.4. Сила тертя ковзання

Іншим фактором, який впливає на рух тіла є стан поверхні, по якій рухається тіло. Навіть гладенькі на вигляд поверхні тіл мають нерівності й подряпини (рис. 8.5). Коли одне тіло рухається по поверхні іншого, ці нерівності чіпляються одна за одну.

Під час руху тіла по горизонтальній поверхні сила тертя визначається за формулою:

$F_{\text{тер}} = \mu mg$, де m — маса тіла; μ — коефіцієнт тертя ковзання; g — прискорення вільного падіння. Пригадаємо з курсу 7-го класу, що для об'єктів, які знаходяться поблизу Землі $g = 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Це рівняння можна представити за допомогою графічної схеми (рис 8.6) та текстової формули (рис. 8.7).



Рис. 8.5. Нерівності поверхні є причиною сили тертя

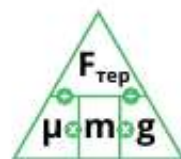


Рис. 8.6. Графічна схема формули сили тертя

$$\text{Сила тертя} = \frac{\text{коефіцієнт тертя ковзання}}{\cdot} \cdot \frac{\text{маса тіла}}{\cdot} \cdot \frac{\text{прискорення вільного падіння}}{\cdot}$$

Рис. 8.7. Текстова формула сили тертя

Коефіцієнт тертя ковзання — безрозмірна величина, значення якої залежить від матеріалу тіл, що дотикаються, та якості їх поверхні. У таблиці наведено значення коефіцієнтів тертя для деяких поверхонь.

Таблиця 8.1. Коефіцієнт тертя ковзання деяких поверхонь

Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання	Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання
Сталь по льоду	0,02	Папір (картон) по дереву	0,40
Сталь по сталі	0,20	Шкіра по чавуну	0,56
Дерево по дереву	0,25	Гума по бетону	0,75



Попрактикуйтеся

4

Якщо мінімізувати шорсткість поверхні, сила тертя зросте. Отже, існує ще одна причина виникнення сили тертя. Пригадайте будову речовини та поміркуйте, у чому полягає ця причина.

5

На слизьких ділянках дороги встановлюють дорожній знак «Обережно, слизька дорога». Поясніть, чому ця інформація важлива для водіїв.





Рис. 8.8. Сила тертя кочення

Тертя кочення виникає, коли потрібно переміщувати вантаж, закріплений на колесах (рис. 8.8). Оскільки тертя кочення є найслабшим, переміщення вантажу на колесах потребує найменших зусиль.



Попрактикуйтеся

6

Поверхні кісток у суглобі вкриті хрящем і розділені порожниною, заповненою суглобовою рідиною. Поміркуйте, яку функцію виконує ця рідина.



7

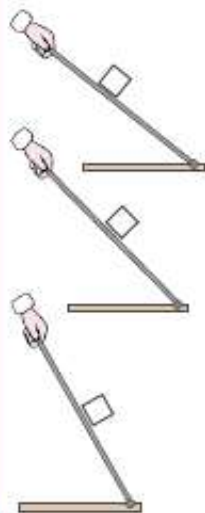
Наведіть якомога більше прикладів руху, де виникають різні сили тертя — кочення і ковзання.



Завдання 8.1. Перевіряємо гіпотези

Перевірка гіпотези: **«Сила тертя, що діє на нерухоме тіло на похилій площині, зменшується, якщо збільшити кут нахилу площини».**

Науковець спостерігав процес розвантаження самоскида і помітив, що для вивантаження деяких матеріалів кузов вантажівки потрібно піднімати вище, ніж для інших. Він зробив висновок, що це можна пояснити тим, що сила тертя зменшується зі збільшенням кута нахилу кузова вантажівки.



1. Запишіть гіпотезу наочно так, щоб її можна було перевірити в експерименті.
2. Сплануйте дослідження для перевірки цієї гіпотези. Плануючи своє дослідження, вам потрібно буде врахувати такі моменти:
 - а) Що ви будете змінювати (незалежна змінна);
 - б) Що ви будете вимірювати (залежна змінна);
 - в) Що ви залишите незмінним (контрольні змінні).
3. Поміркуйте, які прилади вам знадобляться, підготуйте їх.
4. Зробіть необхідні вимірювання.
5. Складіть таблицю і запишіть свої результати.
6. Зробіть висновок. Чи підтверджують результати гіпотезу?



Рівнодійча сила

Здебільшого на тіло діє кілька сил одночасно. Наприклад, під час руху автомобіля на нього діють сила тяги двигуна та сила тертя з боку дороги.

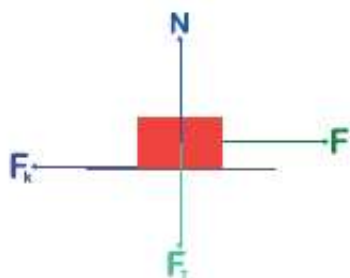


Рис. 8.9. Діаграма сил, що діють на тіло

Рівнодійною сил називають силу, яка чинить на тіло таку само дію, як кілька сил, що діють одночасно. Як визначити цю силу? Якщо дві сили, що діють на тіло, спрямовані в один бік, то напрямок їх рівнодійної збігається з напрямком дії докладених сил, а чисельне значення обчислюють складанням значень цих сил (рис. 8.10).



Рис. 8.12. Зрівноважені сили

В 7-му класі ви познайомилися з **діаграмою сил** — схемою, на якій позначено всі сили, що діють на тіло, і за якою можна передбачити результат дії цих сил (рис. 8.9). Сили позначають у вигляді стрілок. Напрямок стрілки вказує напрямок дії сили. Щоб зрозуміти, як буде рухатися тіло, коли на нього діє кілька сил одночасно, потрібно знати напрямок і значення рівнодійної цих сил.

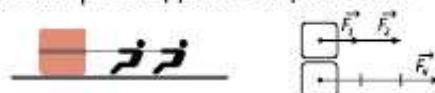


Рис. 8.10. Рівнодійна сил, спрямованих в один бік



Рис. 8.11. Рівнодійна сил, спрямованих в різні боки

Якщо дві сили, що діють на тіло, спрямовані протилежно, то напрямок їх рівнодійної збігається з напрямком більшої сили. Щоб визначити чисельне значення рівнодійної сили, потрібно від більшого значення відняти менше (рис. 8.11).

Дві сили зрівноважують одна одну (рис. 8.12), якщо вони рівні за значенням, протилежні за напрямком і докладені до одного тіла. Якщо тіло знаходиться в спокої чи рухається прямолінійно та рівномірно, то рівнодійна всіх сил, докладених до нього, дорівнює нулю.



Попрактикуйтеся

8

Доберіть певний масштаб і накресліть у зошиті сили, що дорівнюють 5 Н; 7,6 Н; 27 Н.

9

Один хлопчик штовхає вантаж ззаду із силою 40 Н, а інший тягне його за мотузку із силою 20 Н. Зобразіть ці сили на кресленні та знайдіть їх рівнодійну.

10

На тіло діють дві сили, спрямовані вздовж однієї прямої. Чому дорівнює рівнодійна сил, якщо $F_1 = 8\text{ Н}$, $F_2 = 12\text{ Н}$? Чому може дорівнювати рівнодійна цих сил? Спробуйте знайти всі можливі варіанти та накресліть їх.





Наука в дії. Зменшення споживання енергії та палива

Зменшення споживання енергії та палива автомобілями. Ефективне використання пального є ключовим аспектом для зниження експлуатаційних витрат автомобіля та зменшення впливу на довкілля. Науковці проводили низку експериментів, щоб з'ясувати, як зменшити витрати пального, і дійшли таких висновків:

- Плавне прискорення та передбачення дорожньої ситуації для запобігання несподіваним гальмуванням допомагають знизити споживання пального.
- Високі швидкості збільшують аеродинамічний опір та витрату пального.
 - Додаткова вага в автомобілі спричиняє збільшення витрат пального. Звільнення автомобіля від непотрібних предметів та надлишкового багажу може допомогти зменшити його загальну вагу і, як наслідок, витрати пального.
 - Недостатній тиск у шинах збільшує опір коченню, що, в свою чергу, призводить до зростання витрат пального. Регулярна перевірка та підтримання рекомендованого виробником тиску в шинах допомагають поліпшити паливну ефективність.



Підсумки

- ✎ Сила — векторна величина, що є мірою взаємодії тіл.
- ✎ Сила тяги викликає рух і підтримує його.
- ✎ Сила тертя — це сила взаємодії між тілами, що дотикаються, яка перешкоджає переміщенню одного тіла відносно іншого.
- ✎ Рівнодійна сила — сила, яка чинить на тіло таку саму дію, як кілька сил, що діють одночасно.



Ключові поняття

Сила, сила тяги, сила тертя, сухе та в'язке тертя, сила тертя спокою, сила тертя ковзання, сила тертя кочення, рівнодійна сила.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.
- ☒ Я можу обчислювати рівнодійну сил, які діють на тіло.
- ☒ Я можу дізнатися чисельне значення сили тертя.
- ☒ Я можу спланувати дослідження для перевірки гіпотези.

**Будете
навчатися:**

- класифікувати прості механізми;
- розрізняти типи важелів;
- знаходити важелі в тілі людини.

**Прості механізми**

З давніх-давен людина використовує певні знаряддя для виконання роботи: молоток — щоб розбити горіх або забити цвях; лопату — для перекопування поля; косу — для збору врожаю; сокиру — для зрубання дерев тощо. Пристрій, який застосовують для виконання роботи, перетворення величини сили або її напрямку, називають **простим механізмом**. Усі найпростіші механізми можна поділити на два основні типи: 1) важіль, 2) похила площина.

Похила площина — це поверхня, нахилена під кутом до горизонтальної площини, що дає змогу піднімати або опускати різні предмети чи матеріали за допомогою висоти нахилу (рис. 8.13). Похилі площини широко застосовуються в будівництві, промисловості, сільському господарстві, гірських районах та інших сферах.

**Рис. 8.13.** Похила площина**Рис. 8.14.** Важіль

Ще в Стародавньому Єгипті для будівництва пірамід використовували інший простий механізм — важіль. Будівельники добре знали, що за допомогою важеля можна докласти малу силу для переміщення та підйому великих глин.

Важіль — це тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухомої опори (рис. 8.14). Його застосовують для зміни напрямку та величини сили, наприклад, для зрівноваження великої сили малою. Таким чином, важіль використовували для отримання виграшу в силі.

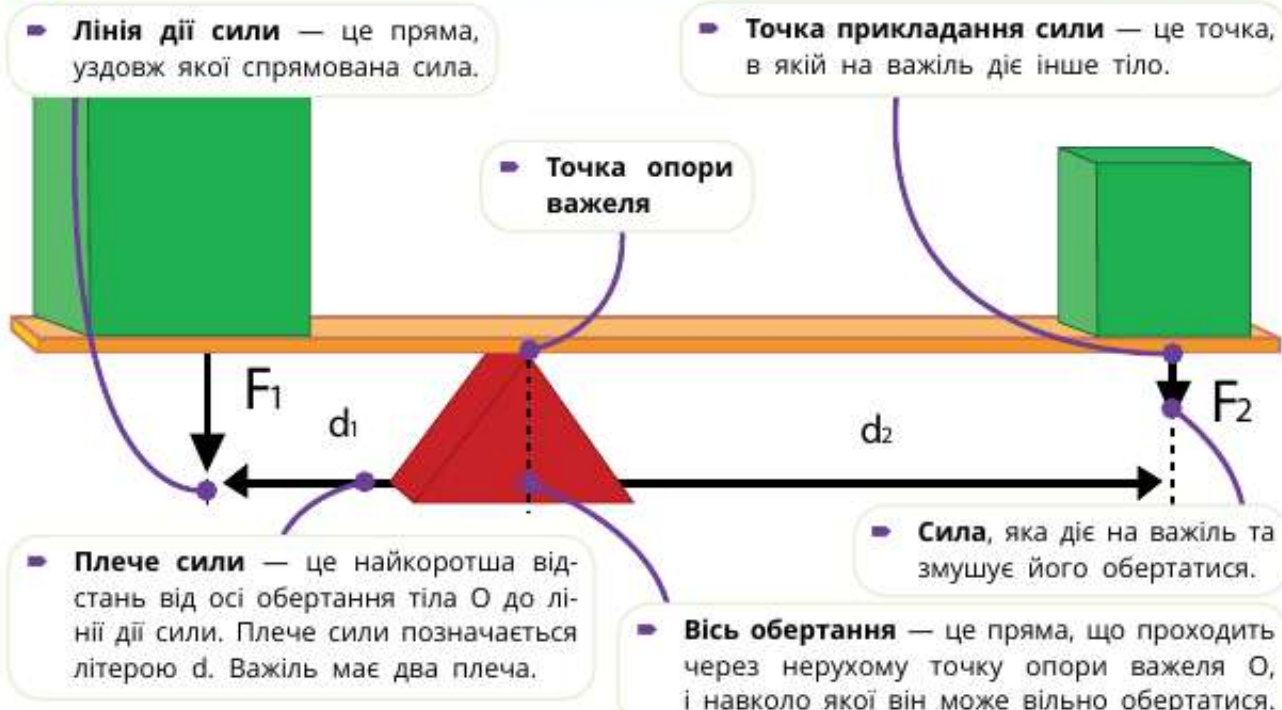
**Попрактикуйтеся****1**

Об'єднайтеся в пари та скористайтеся додатковими джерелами інформації, щоб з'ясувати, які ще прості механізми існують.





Будова важеля



Типи важелів



Рис. 8.15. Важіль першого типу

У **важелі другого типу** обидві точки докладання сил розташовані з одного боку від точки опори, зокрема тягар має менше плече (рис. 8.16). Щоб підняти тягар, необхідно спрямувати силу вгору. Приклад такого важеля — тачка.

У **важелі третього типу** обидві точки прикладання сил розташовані з одного боку від точки опори, але тягар має більше плече (рис. 8.17). У цьому разі потрібно докладати силу, більшу за тягар. Приклад такого важеля — ложка.

За будовою та точками прикладання сил можна виділити важелі трьох типів. У **важелі першого типу** точки прикладання сил розташовані з різних боків від точки опори (рис. 8.15). Одна сила намагається повернути важіль за годинниковою стрілкою, інша — проти годинникової стрілки. Щоб отримати виграш у силі, плече, до якого докладено силу, має бути довшим за плече навантаження. Приклад такого важеля — весло.



Рис. 8.16. Важіль другого типу



Рис. 8.17. Важіль третього типу



Рис. 8.18. Важелі в тілі людини

Опорно-руховий апарат людини можна уявити як систему важелів, де важелями є майже всі кістки, що вільно рухаються (рис. 8.18). Наприклад, це кістки кінцівок, фаланги пальців, череп, нижня щелепа тощо. У кожному важелі є два плеча: до одного з них докладається сила маси тіла, до другого — сила м'язової тяги. Тому перше плече дістало назву плеча сили маси тіла, а друге — сили м'язової тяги. Організм людини містить понад 200 важелів, які побудовані таким чином, щоб виконувати великі переміщення в обмін на велику вхідну силу.



Попрактикуйтеся

2

Пригадайте, як називають силу, з якою тіло тисне на опору. Від чого вона залежить і за якою формулою обчислюється?

3

Розгляньте рис. 8.19.

Для кожного випадку з'ясуйте:

- які органи людини утворюють важелі;
- до якого типу важелів належить кожен;
- як позначена сила маси тіла, а як — сила м'язової тяги?



Рис. 8.19.



Момент сили

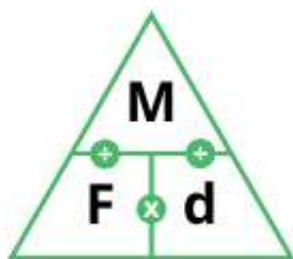


Рис. 8.20. Графічна схема формули моменту сили

Момент сили — одна з основних величин, які вивчають у фізиці. Ця величина характеризує дію сили і показує, що вона залежить як від модуля сили, так і від її плеча. Момент сили вимірюється в ньютон-метрах (Н·м).

Добуток сили на її плече називають **моментом сили** і позначають літерою **M**. Ця величина потрібна для з'ясування умов, за яких тіло перебуватиме в рівновазі, коли на нього діє кілька сил. Момент сили визначається формулою: $M = F \cdot d$, де **F** — сила, яка діє на важіль; **d** — плече сили. Це рівняння можна представити за допомогою графічної схеми (рис. 8.20) та текстової формули (рис. 8.21).

Момент сили =
сила • плече сили

Рис. 8.21. Текстова формула моменту сили





Попрактикуйтеся

4

Поміркуйте, чому гайку легше закрутити гайковим ключем, а не рукою. Порівняйте подібності та відмінності у кожному разі.

5

Поміркуйте, чому довгий стержень легше утримувати в горизонтальному положенні за середину, ніж за край.

6

Будівельник піднімає тачку з піском, тягнучи вгору за ручки з силою 200 Н. Ручки знаходяться на відстані 0,5 м від колеса (осі). Обчисліть момент сили, яку він докладає відносно осі.

7

Поміркуйте, чому зігнутою в лікті рукою можна підняти більший вантаж, ніж витягнутою?



Умова рівноваги важеля

Якщо дві сили діють з протилежних боків стрижня, ми можемо обчислити, чи врівноважені вони чи ні.

Момент однієї сили називається «за годинниковою стрілкою», тому що вона обертає стрижень у напрямку руху годинникової стрілки. Момент другої сили називається «проти годинникової стрілки», тому що вона обертає стрижень в протилежному напрямку (рис. 8.22).

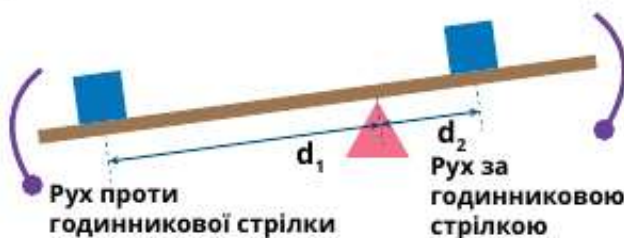
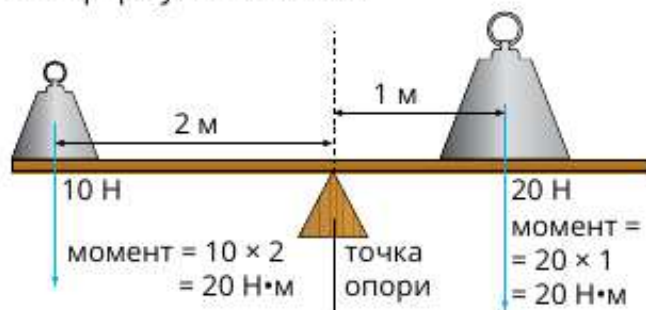


Рис. 8.22. Напрямки моментів сил

Спочатку нам потрібно обчислити момент кожної сили. Якщо моменти рівні, то сили врівноважуються. Правило рівноваги важеля можна сформулювати так:



Важіль перебуває в рівновазі під дією двох сил, якщо момент сили, яка обертає важіль за рухом стрілки годинника, дорівнює моменту сили, яка обертає його проти руху стрілки годинника. Правило називають **правилом моментів**.

Розглянемо приклад. На одному боці важеля розташовано тіло вагою 20 Н на відстані 1 м від осі обертання, а на іншому боці — тіло вагою 10 Н на відстані 2 м. Чи перебуває важіль у стані рівноваги? Обчислимо момент сили. За годинниковою стрілкою: $M_1 = 20 \cdot 1 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Проти: $M_2 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Бачимо, що $M_1 = M_2$. Важіль перебуває в стані рівноваги.



Попрактикуйтеся

8

Діти сидять на гойдалці по різні боки від осі обертання. Накресліть діаграму, яка показує сили обертання, що діють на гойдалку.

9

Вага Олексія становить 300 Н, а вага Оксани — 200 Н. Олексій сидить на відстані 1,2 м від стрижня, а Оксана — на відстані 2,5 м від стрижня. Обчисліть сумарний момент сил.



Завдання 8.2. Важелі різного типу у побуті

Багато предметів навколо нас є важелями.



1. Знайдіть такі предмети та дослідіть їх.
2. Намалюйте об'єкти, які ви знайшли, позначте вісь обертання, плечі важеля та точки докладання сил.
3. Докладіть силу до об'єкта та опишіть, що відбувається.
4. Докладіть силу до об'єкта, але ближче до центру обертання.
5. Порівняйте результати та зробіть висновки, зазначивши, підтверджують чи спростовують ваші спостереження гіпотезу про те, що зі збільшенням плеча сили докладена сила зменшується.



Наука в гії. Використання важелів в побуті

Журавель над криницею — один із символів України. Так називали криницю майже в кожному українському селі в давнину. Колодязі-журавлі мають особливий, неповторний зовнішній вигляд і багато переваг над традиційним колодязем з барабаном.

Їм дуже легко і просто користуватися. Якщо вода знаходиться на глибині до 5 метрів — журавель застосовувати зручно. Глибше — недоцільно. Українські науковці дослідили багато колодязів-журавлів та вивели оптимальні параметри для будування зручного колодязя. На схемі показані позначення величин, які використовуються в розрахунках.

- H — це глибина шахти колодязя; L — довжина жердини; h — висота стійки-опори; l_1 — довжина великого плеча коромисла; l_2 — довжина малого плеча коромисла.



Конструкція колодязя-журавля

■ **Стріла** — важіль, який кріпиться до опори куточками або шарнірами. Завдяки їм він опускається в колодязь і піднімається назад.

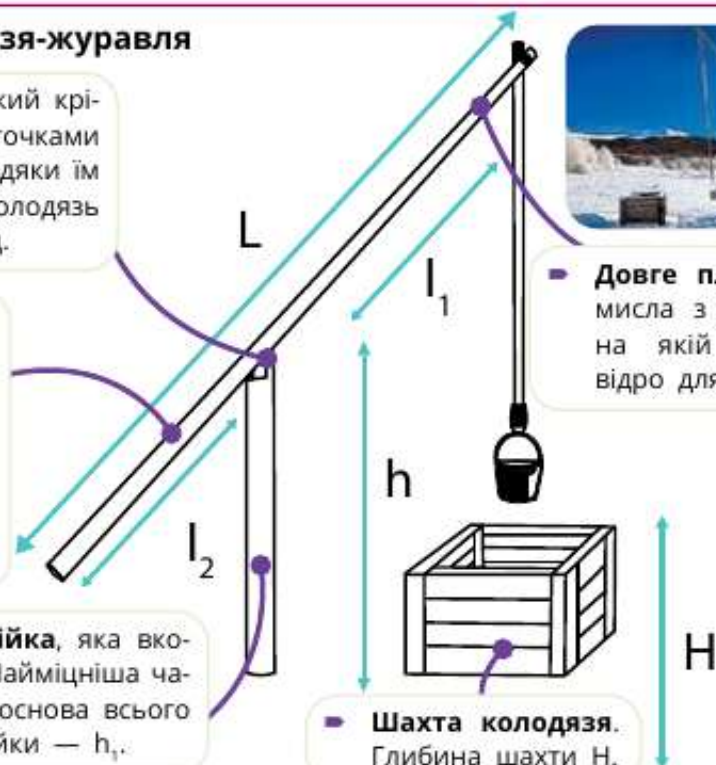
■ **Коротке плече** коромисла з противагою. Допомагає швидше і простіше піднімати відро з водою, врівноважуючи силу людини і тяжкість вантажу.

■ **Товста опорна стійка**, яка вкопується в землю. Найміцніша частина конструкції, основа всього іншого. Висота стійки — h_1 .

■ **Шахта колодязя.** Глибина шахти H .



■ **Довге плече** коромисла з жердиною, на якій кріпиться відро для води.



Знаючи глибину колодязя, можна обчислити висоту стійки-опори $h = H - 0,7$ метра; необхідну довжину стріли $L = H + 1,5$ метра; довжину жердини; довжину плечей важеля $l_1 = 0,8 L$ та $l_2 = H - 0,2 L$. Як бачимо, знаючи глибину колодязя, яка залежить від рівня залягання водоносного шару, легко обчислити розміри всіх частин підйомника-журавля.



Підсумки

- ✎ Важіль — це тверде тіло, яке може обертатися навколо нерухомої опори.
- ✎ Момент сили — це добуток сили на її плече.
- ✎ Правило моментів: важіль урівноважений під дією двох сил, якщо момент сили, яка обертає важіль за годинниковою стрілкою, дорівнює моменту сили, яка обертає його проти годинникової стрілки.



Ключові поняття

Важіль; вісь обертання; точка прикладання сили; плече сили; важелі першого, другого та третього типу; момент сили; правило моментів.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу використовувати правило моментів для врівноваження важеля;
- ☒ Я можу знаходити та використовувати важелі в побуті.



**Будете
навчатися:**

- розуміти, від чого залежить тиск твердого тіла на поверхню;
- збільшувати або зменшувати тиск за потреби;
- представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.



Тиск

Пригадайте, що наслідком дії сили є зміна швидкості або напрямку руху тіла, або його деформація. Чим більша сила діє на тіло, тим більшою буде деформація. Результат дії сили на поверхню залежить не тільки від її значення, а й від площі цієї поверхні, перпендикулярно до якої вона діє (рис. 8.23). Силу, яка діє перпендикулярно до поверхні тіла, називають **силою тиску**.

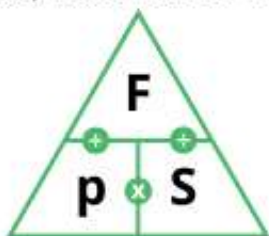


Рис. 8.24. Графічна схема формули тиску

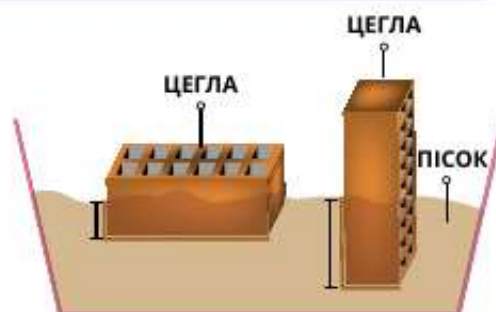


Рис. 8.23. Різна дія однакової сили на поверхню

Тиск — це фізична величина, яка характеризує результат дії сили і дорівнює відношенню сили, яка діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні:

$$p = \frac{F}{S}, \text{ де:}$$

p — тиск; F — сила тиску; S — площа поверхні. Це рівняння можна представити за допомогою графічної схеми (рис. 8.24) та текстової формули (рис. 8.25).

$$\text{Тиск} = \frac{\text{Сила тиску}}{\text{Площа поверхні}}$$

Рис. 8.25. Текстова формула тиску

У СІ одиницею сили є 1 Н, одиницею площі — 1 м², тому одиниця тиску — 1 $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$. Цю одиницю названо паскаль (1 Па = $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$) на честь видатного французького вченого Блеза Паскаля (рис. 8.26).



Рис. 8.26. Французький науковець Блез Паскаль (10.06.1623 – 19.08.1662)





Попрактикуйтеся

1

Науковці довели, що комар у момент укусу чинить на шкіру людини набагато більший тиск, ніж тиск, який чинить навантажений залізничний вагон на рейки. Поясніть, чому.

2

Поміркуйте, як людина, що стоїть на підлозі, може дуже швидко подвоїти тиск на підлогу, не навантажуючи себе жодними додатковими вантажами.

3

Тарас відрізає ножем шматок хліба. Він вирішує, що, оскільки хліб так легко відрізався, він, мабуть, доклав до цього багато зусиль. Чи правильно це? Які показники не врахував хлопець?

4

Дві людини однакової маси лежать — одна на підлозі, інша — на дивані. Чи з однаковою силою тиснуть вони на опору? Чи однако-вим буде тиск? Чому диван здається м'якшим, ніж підлога?

5

Залежно від функцій, зуби у людини мають різну форму: різці плоскі та гострі, а премоляри і моляри широкі й плоскі, з особливими заглибленнями в центральній частині. Обміркуйте, чому існує така різниця і які функції виконують різці та моляри.

6

Моляри завдовжки до 9 мм, а завширшки від 9,4 до 10,2 мм. Щелепа людини може чинити тиск на їжу з силою 320 Н. Визначте, який тиск можуть створювати моляри. Відповідь надайте в Н/см².

7

Поміркуйте, як зміниться тиск людини на підлогу, якщо вона присяде на стілець. Розгляньте декілька варіантів.



Змінюємо тиск

У побуті й техніці використовують різні методи збільшення і зменшення тиску. Леза різального інструмента старанно загострюють. Це дає змогу досягти кращого ефекту під час обробки різних матеріалів. Проте будинки та інші споруди для зменшення їх тиску на поверхню Землі зводять на широких фундаментах. Щоб зменшити дію важких сільськогосподарських машин на ґрунт, використовують спеціальні широкі шини, спарені колеса, гусениці (рис. 8.27), а залізничні рейки монтують на шпалах.



Рис. 8.27. Гусениці на колесах важкої техніки



Рис. 8.28. Копита верблюда

Тварини, як-от верблюди, що живуть у місцях з м'яким ґрунтом, мають великі ступні (рис. 8.28). Це розподіляє їхню вагу на велику площу, і тому верблюди чинять менший тиск на поверхню землі. Це робить їх менш схильними до занурення, тому їм легше ходити по поверхні.



Попрактикуйтеся

8

Три однакові цеглини складають різними способами (рис. 8.29). Поміркуйте, чи однакова сила тиску. Порівняйте тиск, який чинять цеглини на поверхню.

9

Для збільшення прохідності автомобіля по м'якому ґрунту рекомендується зменшувати тиск у шинах. За слідом шини визначте, у скільки разів змінився тиск шини на поверхню дороги. Площа однієї клітинки — 25 см^2 (рис. 8.30).

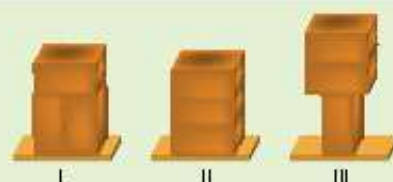


Рис. 8.29. Цеглини однакової маси складені різними способами

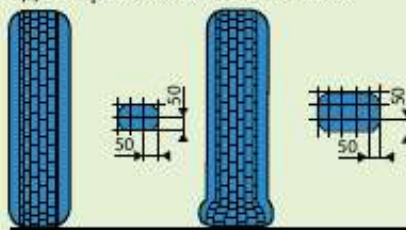


Рис. 8.30. Площа дотику накачаної та не накачаної шини



Завдання 8.3. Обчислимо власний тиск на поверхню

Залежно від того, яке взуття ви носите, ваш тиск на поверхню буде різнитися. Сплануйте та проведіть дослідження щодо визначення вашого тиску на підлогу. Поміркуйте, які прилади вам знадобляться для вимірювання та підготуйте їх. Підготуйте декілька пар взуття, підшва яких має різну поверхню.



1. Виміряйте свою масу в кг.
2. Обчисліть свою вагу в Н.
3. Оцініть площу підшви вашого взуття в сантиметрах у квадраті (см^2), намалювавши її на аркуші паперу в клітинку і підрахувавши, скільки цілих сантиметрових квадратів покриває ця площа.
4. Обчисліть тиск, який ви чините в кожному взутті, стоячи на одній та на двох ногах. Результати запишіть у таблицю.





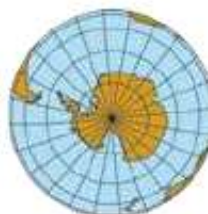
Наука в дії. Сучасні снігоходи



Рис. 8.31. Снігохід «Харків'янка»

В Арктиці та Антарктиці науковці активно використовують снігохід «Харків'янка» (рис. 8.31) для пересування. Снігохід «Харків'янка» обладнаний дизельним двигуном потужністю 736 кВт і запасом пального на 1500 км. При масі 35 тонн він має гусениці завширшки 1 метр, що дає змогу долати снігову цілину, льодові тороси і круті схили.

Його максимальна швидкість становить 30 км/год. У задній частині розміщено лебідку з тросом завдовжки 100 метрів, що дає змогу самостійно витягуватися. Снігохід також може тягнути причіп масою до 70 тонн. Снігоходи «Харків'янка» не тоне у разі провалу в ополонку та може вибиратися на лід завдяки гусеницям. Ця серія снігоходів стала незамінним учасником санно-гусеничних походів по Антарктиці, прокладаючи шлях до Південного полюса (2700 км від бази в одну сторону) та інших важкодоступних місць.



Підсумки

- ✎ Сила тиску — це сила, яка діє перпендикулярно поверхні тіла.
- ✎ Тиск — це фізична величина, яка характеризує результат дії сили і дорівнює відношенню сили, яка діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні.



Ключові поняття

Тиск, сила тиску.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.
- ☒ Я можу обчислити тиск тіла на поверхню.
- ☒ Я можу спланувати дослідження для перевірки зміни тиску.
- ☒ Я можу запропонувати вашій увазі свої результати у вигляді таблиці.

**Будете
навчатися:**

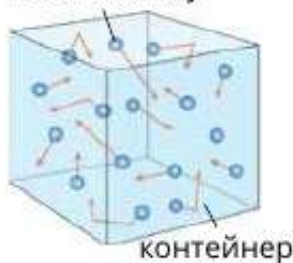
- розуміти, як гази тиснуть на поверхню;
- розуміти, від яких параметрів залежить тиск рідин;
- пояснювати, як змінюється температура та тиск повітря з висотою;
- представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул.

**Тиск газів**

Надуваючи повітряну кульку, ми спостерігаємо збільшення розмірів кульки. Це відбувається тому, що молекули газу перебувають у неперервному і хаотичному русі. Сили взаємодії між ними надзвичайно малі. У процесі хаотичного руху частина молекул стикається зі стінками гумової кульки, змінюючи напрямок свого руху. Кожна молекула, вдаряючись, чинить надзвичайно малий тиск, але велика кількість таких ударів створює значну силу тиску, яка спричиняє деформацію поверхні. Сила тиску частинок повітря на внутрішню частину кульки називається тиском газу. Під впливом ударів молекул, які зіштовхуються з внутрішніми стінками, кулька роздувається. Куляста форма свідчить про те, що тиск усередині кульки однаковий в усіх напрямках.



частинка газу



контейнер

Рис. 8.32. Молекули газу вдаряються об стінку посудини

Зміна кількості та сили ударів на поверхню одиничної площі призводить до зміни тиску газу (рис. 8.32). Це можна зробити двома способами: змінити об'єм газу або температуру газу. З підвищенням температури тиск збільшується. Чим вища температура, тим більша швидкість руху молекул газу, тим з більшою силою кожна з них діє на стінки посудини в момент зіткнення, а також частішими стають їх зіткнення зі стінками.

Зменшення об'єму посудини призводить до того, що збільшується кількість молекул у кожній одиниці об'єму. Тому кількість ударів молекул, які зіштовхуються зі стінками за одиницю часу, зростає. Чим до меншого об'єму стиснуто газ, тим більший його тиск. Чим більший об'єм однієї й тієї самої маси газу, тим менший тиск він створює на стінки посудини.





Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте, чи можна надути квадратну чи трикутну кульку.
- 2 Вакуум не містить частинок. Якщо повітряну кульку, наповнену повітрям, помістити у вакуум, вона почне розширюватися. Поясніть це, застосовуючи свої знання про тиск газу.



Тиск рідин

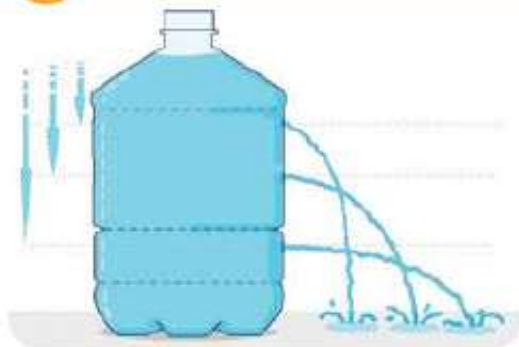


Рис. 8.33. Тиск рідини на різній глибині

Вода струменями почне витікати з цих отворів. Чим ближче отвір до дна посудини, тим більшою буде довжина струменя (рис. 8.33). Якщо в циліндричні посудини налити різні рідини, то струмені рідин на одній висоті будуть мати різну довжину (рис. 8.34). Ці два досліди доводять те, що тиск рідини або газу залежить від густини та висоти стовчика речовини.

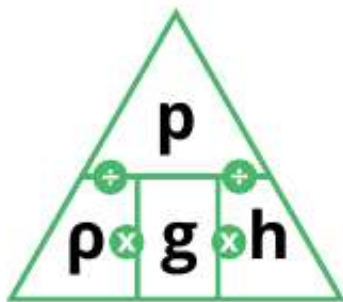


Рис. 8.35. Графічна схема формули тиску рідин або газів

Рідини зберігають об'єм, але легко змінюють свою форму — вони набувають форми тієї посудини, у якій містяться. Тому рідина створює тиск як на дно, так і на бічні стінки посудини, у якій міститься.

Можна перекоонатися, що рідина тисне не лише на дно, а й на стінки посудини, і цей тиск зростає з глибиною. Для цього на різній висоті у циліндричній посудині можна зробити невеликі отвори й налити в неї воду.



Рис. 8.34. Тиск рідин різної густини на одній глибині

Тиск, який діє на рідину або газ, що міститься в закритій посудині, передається в кожную точку рідини або газу без змін. Це твердження, сформульоване Б. Паскалем у 1663 р., є основним законом гідростатики й аеростатики. Обчислити його можна за формулою: $p = \rho gh$, де ρ — густина рідини або газу; h — висота стовпчика рідини або газу (глибина, на яку занурено тіло); g — прискорення вільного падіння.

Для об'єктів, які знаходяться поблизу Землі $g = 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Це рівняння можна представити за допомогою графічної схеми (рис. 8.35) та текстової формули (рис. 8.36).

$$\text{Тиск рідини (газу)} = \text{густина рідини (газу)} \cdot \text{прискорення вільного падіння} \cdot \text{висота стовпчику рідини (газу)}$$

Рис. 8.36. Текстова формула тиску рідин або газів



Попрактикуйтеся

3

Найглибша водойма України — це гранітний кар'єр завглибшки 101 метр, який знаходиться в Житомирській області. Який тиск на дні цього кар'єру?

4

Об'єднайтеся у декілька груп. Оберіть професію, пов'язану з вимірюванням або використанням тиску рідин чи газів (наприклад, інженер-хімік, механік гідравлічних систем, метеоролог, лікар-анестезіолог, пілот, космонавт, інженер нафтогазовидобувної галузі, технік кліматичних систем, пожежник, дайвер). Дослідіть, як у вашій професії використовується тиск, наводячи конкретні приклади, інструменти та методи. Підготуйте коротку презентацію з описом професії та використанням тиску. Оприлюдніть свої результати перед класом і будьте готові відповідати на запитання.



Завдання 8.4. Досліджуємо тиск різних рігун

Науковці довели, що тиск рідини залежить від її густини.



1. Запишіть висновок науковця так, щоб його можна було перевірити в експерименті.
2. Сплануйте дослідження для перевірки цього висновку. Плануючи своє дослідження, вам потрібно буде врахувати таке:
 - а) що ви будете змінювати (незалежна змінна);
 - б) що ви будете вимірювати (залежна змінна);
 - в) що ви залишите незмінним (контрольні змінні).
3. Поміркуйте, які прилади вам знадобляться та підготуйте їх.
4. Проведіть необхідні вимірювання.
5. Складіть таблицю та запишіть свої результати.
6. Напишіть висновок, зазначте, як тиск рідини залежить від її густини.





Використання тиску рідини

За законом Паскаля працюють найрізноманітніші гідравлічні пристрої: гальмівні системи автомобілів, гідравлічні преси й підйомники, водогони, шлюзи, гідравлічні домкрати та інші. Механізми, що працюють за допомогою рідини, називаються **гідравлічними**. Найпростіший гідравлічний механізм складається із двох циліндрів різного діаметра, обладнаних поршнями.

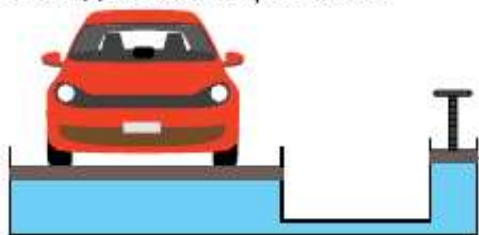


Рис. 8.37. Гідравлічна машина

Циліндри з'єднані між собою й заповнені рідиною, найчастіше маслом (рис. 8.37). Якщо помістити вантаж на поршень, що закриває вузьку посудину, то поршень опуститься. Щоб відновити рівність рівнів рідини в посудинах, на широкий поршень потрібно покласти вантаж, більший за той, що знаходиться на вузькому поршні.

Позначимо F_1 і F_2 — сили, що діють на поршні, S_1 і S_2 — площі поршнів. Тоді тиск під малим поршнем:

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1}, \text{ а під великим } p_2 = \frac{F_2}{S_2}.$$

Згідно із законом Паскаля тиск рідиною передається в усіх напрямках однаково, тому: $p_1 = p_2$. Підставивши відповідні значення в останнє рівняння, отримаємо:

$$\frac{F_2}{S_2} = \frac{F_1}{S_1}, \text{ або } \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$



Попрактикуйтеся

5

На менший поршень гідравлічної машини площею 2 см^2 діє сила 50 Н . Яку силу тиску створюватиме більший поршень, площа якого 100 см^2 ?

6

Якщо на менший поршень гідравлічного преса діє сила 80 Н , то на більший поршень площею 2400 см^2 передається сила тиску 32 кН . Яка площа меншого поршня?



Атмосфера Землі

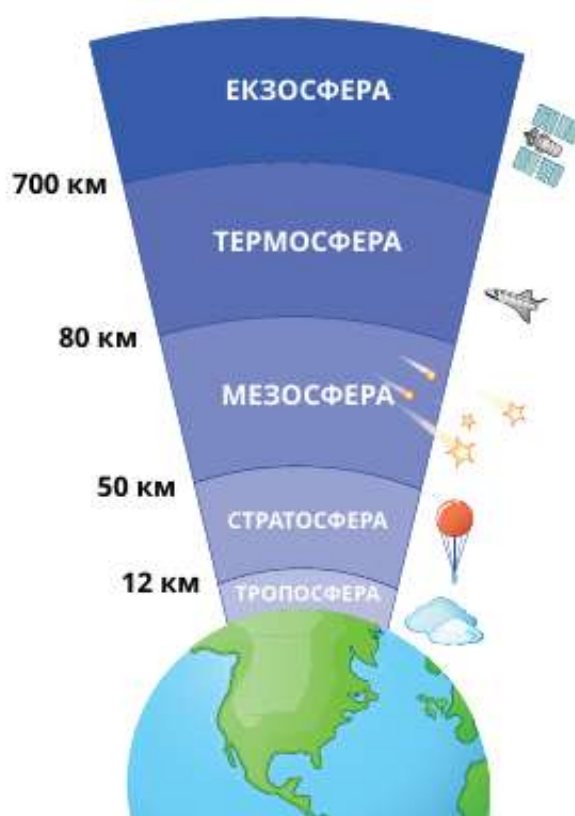
Люди живуть на дні повітряного «океану» — атмосфери. **Атмосфера** — зовнішня повітряна оболонка Землі, яка є сумішшю певної кількості газів та водяної пари. Атмосфера утримується силою тяжіння Землі та обертається разом з нею. Нижньою межею атмосфери умовно вважають поверхню суходолу та Світового океану, хоча повітря проникає і в земну кору, і у воду.

- **Екзосфера** може поширюватися до 10 000 км. Це зовнішня частина атмосфери планети, яка здебільшого складається з водню і гелію. На висоті 2000–3500 км поступово переходить у міжпланетний простір.

- **Термосфера** поширюється приблизно до 700 км. Завдяки поглинанню більшої частини сонячних променів температура повітря тут може сягати понад 1000°. У нижній частині термосфери, в середньому на відстані 100 км від земної поверхні, проводять лінію Кармана. Вище цієї лінії сучасні літаки літати не можуть, тому що повітря тут стає настільки розрідженим, що крила літака не здатні сформувати підйомну силу.

- **Мезосфера** поширюється до висоти приблизно 85 км. Тут повітря вже в тисячі разів більш розріджене, ніж біля Землі. Температура повітря дуже сильно знижується, на верхній межі мезосфери — аж до -183°C . Повітряні кулі та літаки не можуть піднятися на таку висоту, а космічні кораблі та супутники літають значно вище.

- **Стратосфера** розташована над тропосферою і простягається до висоти 55 км. Повітря там дуже розріджене, майже без домішок і водяної пари, тому хмари зазвичай відсутні.



- **Тропосфера** — нижній (приземний) шар атмосфери. Її товщина над поверхнею планети варіюється: над полюсами становить 8 км, у середніх широтах — 11 км, а над екватором — до 18 км. Тропосфера є найщільнішим шаром, у якому зосереджено близько 80 % всієї маси повітря.



Атмосферний тиск



Рис. 8.38. Італійський науковець Еванджеліста Торрічеллі

Усі тіла й речовини, зокрема атмосферне повітря, мають вагу. Хоча повітря дуже легке, висота його шару обчислюється сотнями кілометрів. Це сприяє виникненню атмосферного тиску. На кожен квадратний сантиметр повітря тисне з силою трохи більшою за 10 Н. Першим довів існування атмосферного тиску і виміряв його італійський науковець Еванджеліста Торрічеллі в середині 17 століття (рис. 8.38).



Для цього він використав запаяну з одного кінця скляну трубку завдовжки 1 м із нанесеними поділками. Трубку він наповнив ртуттю і перевернув її у миску з ртуттю (рис. 8.39). Він спостерігав, що під час зміни атмосферного тиску ртуть у трубці то піднімалася, то опускалася. Цей прилад був названий **ртутним барометром**. Торрічеллі запропонував вимірювати атмосферний тиск в міліметрах ртутного стовпа (мм рт.ст.) **1 мм. рт. ст. = 133,3 Па**.

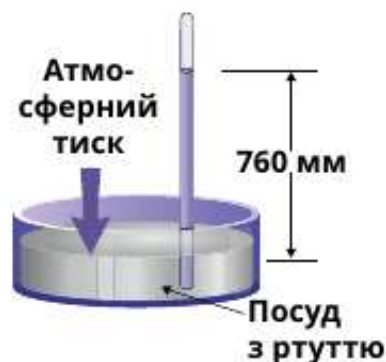


Рис. 8.39. Дослід Торрічеллі

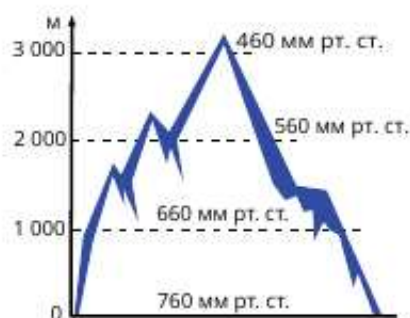


Рис. 8.40. Зміна атмосферного тиску з висотою

Значення атмосферного тиску, що дорівнює тиску стовпа ртуті висотою 760 мм рт.ст. при температурі 20 °С, називають **нормальним атмосферним тиском**. 760 мм. рт. ст. = 101325 Па. Атмосферний тиск залежить від висоти місцевості. Чим вище від рівня моря, тим менший тиск повітря. Це відбувається тому, що з підняттям зменшується висота стовпа повітря, який тисне на земну поверхню. Для Києва, що розташований на висотах 140–200 м над рівнем моря, нормальним буде середній тиск 746 мм рт. ст. У тропосфері з підняттям на кожні 1000 м тиск зменшується приблизно на 100 мм рт. ст. (рис. 8.40).



Наука в гії. Вплив атмосферного тиску на здоров'я людини

Атмосферний тиск — це тиск атмосфери на земну поверхню та предмети, що знаходяться на ній. Його вплив на здоров'я людини неминучий, особливо для тих, хто страждає на захворювання серцево-судинної системи. Зміни погодних умов та атмосферного тиску можуть спричиняти дискомфорт у людей. **Циклон** — це область зниженого атмосферного тиску, яка зазвичай супроводжується підвищеною вологістю, хмарністю, опадами та невеликим підвищенням температури.

Загальна слабкість, утруднення дихання, брак повітря, задишка — все це основні прояви негативного впливу циклону на людину. Це обумовлено тим, що повітря в цей час дуже бідне на кисень.



Українські лікарі наголошують, що найголовніше під час приходу циклону — контролювати рівень кров'яного тиску. Для цього вони рекомендують вживати протягом дня більше рідини. Контрастний душ, міцний спокійний сон, ранкова склянка теплої води, а також достатня кількість води упродовж дня допоможуть підтримати організм у належному стані та не зазнавати впливу циклону.



Антициклон — це область підвищеного атмосферного тиску, яка зазвичай супроводжується ясною безвітряною погодою та відсутністю різких перепадів рівня вологості або температури. Основними проявами впливу антициклону є серцеві і головні болі, зниження працездатності, а також загальна слабкість і нездужання. Антициклон активно сприяє зниженню імунітету та зменшенню кількості лейкоцитів у крові, що, у свою чергу, підвищує схильність організму до інфекцій.

Для полегшення впливу антициклону лікарі рекомендують вранці прийняти підбадьорливий контрастний душ, зробити легку гімнастику, а також обмежити споживання їжі протягом дня, віддаючи перевагу фруктам, багатим Калієм.



Підсумки

- ✎ Тиск, який діє на рідину або газ, що знаходяться в закритій посудині, передається в кожную точку рідини або газу без змін.
- ✎ Атмосфера — зовнішня повітряна оболонка Землі, яка є сумішшю певної кількості газів та водяної пари.
- ✎ Нормальний атмосферний тиск — це значення атмосферного тиску, що дорівнює тиску стовпа ртуті висотою 760 мм. рт. ст. при температурі 20 °C.



Ключові поняття

Тиск газу, тиск рідин, гідравлічна машина, ртутний барометр, нормальний атмосферний тиск.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу представляти наукові ідеї за допомогою символів та формул;
- ☒ Я можу спланувати дослідження для перевірки залежності тиску від глибини та роду рідини;
- ☒ Я можу обчислити температуру та атмосферний тиск на будь-якій висоті.



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

- Коефіцієнт тертя ковзання залежить від...
 - матеріалу і якості дотичних поверхонь;
 - матеріалу і швидкості руху тіл;
 - матеріалу і площі дотичних поверхонь;
 - матеріалу і маси поверхонь.
- Шар мастила між двома дотичними поверхнями значно знижує коефіцієнт тертя, оскільки:
 - змінює вагу тіл;
 - зменшує силу притягання;
 - згладжує нерівності поверхонь;
 - зменшує деформацію.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

- У казці «Ріпка» дід тягнув овоч із землі з силою 30 Н. Кожен наступний персонаж тягне із силою, на 4Н меншою від попередника. Яка сила знадобилася, щоб витягнути ріпку?



- Обчислити моменти сил для таких ситуацій:
 - Кирило, вага якого 50 Н, сидить на гойдалці на відстані 2 м від осі.
 - Надя використовує викрутку завдовжки 0,3 м, щоб відкрити банку з фарбою. Дівчинка докладає силу 5 Н.
 - Олесь відчиняє двері. Ручка завдовжки 20 см, і хлопець докладає силу 4 Н.
- Обчисліть тиск, що створюється на землю в наступних ситуаціях:
 - хлопець вагою 45 Н носить взуття площею 0,05 м².
 - чоловік вагою 70 Н надів снігоступи площею 0,35 м².
- Двоє людей тягнуть за протилежні кінці мотузки. Яким буде результат, якщо:
 - люди тягнуть з однаковою силою;
 - перша людина тягне сильніше, а друга продовжує тягнути з тією самою силою.

III. Проводжу дослідження природи

7. У 1654 році, бажаючи продемонструвати силу атмосферного тиску, бургомістр Магдебурга Отто фон Геріке провів вражальний експеримент. Він замовив дві мідні півкулі, які можна було скласти в герметичну кулю діаметром 35,5 см. Одну з півкуль обладнали трубкою для відкачування повітря, а на кожній півкулі було міцне кільце. Після з'єднання півкуль і відкачування повітря вакуумним насосом, винайденим Геріке, півкулі притиснулися одна до одної так міцно, що навіть два упряжі по вісім коней не змогли їх роз'єднати. Поясніть, чому це стало можливим.



8. Поміркуйте, як можна за допомогою барометра виміряти висоту будинку. Складіть план дослідження.
9. Поміркуйте, чи можна повторити дослід Торрічеллі з трубкою, довжина якої:
- а) менша за 1 м;
 - б) більша за 1 м?
- Аргументуйте свої думки.
10. Поясніть, чому пластикова пляшка змінює свою форму, якщо з неї відкачати повітря.



9

Розділ 9. Світло

Ми можемо бачити себе у дзеркалі, після дощу в небі часто з'являється веселка, а річка може виглядати мілкішою, ніж є насправді. Червоний одяг іноді здається не таким червоним. Усі ці явища та багато інших можна пояснити за допомогою фізики світла.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- механізм поширення світла;
- як ми бачимо об'єкти;
- як утворюються кольори;
- чому світло змінює напрямок на межі двох середовищ.

У цьому розділі ви навчитеся:

- розкласти біле світло на кольори;
- розуміти, як об'єкти поглинають і відбивають кольорове світло;
- планувати дослідження з урахуванням змінних.



rnk.com.ua/108802

**Будете
навчатися:**

- розрізняти типи джерел світла;
- використовувати різні дії світла;
- пояснювати відбивання світла від різних поверхонь;
- експериментально підтверджувати закони відбивання світла.

**Світло. Джерела світла**

Ніщо в природі не було настільки невловимим, жодну таємницю природа так оберігала так ретельно, як таємницю того, чим насправді є світло. Із п'яти органів чуття найбільше інформації про довкілля ми отримуємо саме за допомогою зору. Ми можемо бачити навколишній світ лише тому, що світло від його джерел потрапляє в наші очі (рис. 9.1).

Джерела світла — це фізичні тіла, частинки (атом, молекули, йони) яких випромінюють світло.

Залежно від походження розрізняють **природні** і **штучні** (створені людиною) джерела світла. Залежно від температури джерела світла поділяють на **теплові** та **люмінесцентні**. **Теплові джерела** випромінюють світло завдяки тому, що мають високу власну температуру.

**Рис. 9.1.** Джерела світла

Люмінесцентні джерела світла не потребують високої температури для світіння: їх світлове випромінювання може бути досить інтенсивним, а саме джерело залишається відносно холодним. До таких джерел належать деякі світні організми: водорості, бактерії, гриби, молюски, комахи, восьминоги, кальмари, медузи та риби. У нічному лісі таємниче світяться старі пні (гниляки), що спричиняється мікроорганізмами, які в них мешкають. Світіння живих організмів не пов'язане з їхньою високою температурою, а спричинене складними хімічними реакціями.

Залежно від співвідношення розміру джерела світла і відстані від нього до приймача світла розрізняють **точкові** та **протяжні** джерела світла. Джерело світла вважається точковим, якщо його розмір відносно невеликий порівняно з відстанню до приймача світла. Коли ж ні, то джерело вважається протяжним. Те саме джерело світла залежно від умов може бути як протяжним, так і точковим.





Попрактикуйтеся

1

Ясної місячної ночі ми можемо досить добре бачити предмети, освітлені місячним сяйвом. Чи можна назвати Місяць джерелом світла?

2

Висловіть припущення, навіщо деякі живі організми випромінюють світло.



Дії світла

Найвідоміша дія світла — освітлювання. Але коли ми підносимо руку до настільної лампи, відчуваємо тепло. Отже, світло не лише освітлює об'єкти, а й нагріває їх. Теплова дія світла спричинена тим, що тіла поглинають його. Енергія світла частково перетворюється на енергію хаотичного руху молекул. Темні тіла поглинають світло сильніше, ніж світлі.



Рис. 9.2. Приймачі світла — фотоплівка та фотодіоди

Світло має хімічну дію, тобто спричиняє перетворення молекул і хімічні реакції, зокрема, фотосинтез — найважливішу для життя на Землі хімічну реакцію. Світло також має електричну дію: унаслідок освітлення з речовин можуть вилітати електрони, в результаті чого виникає електричний струм. **Приймачі світла** — це пристрої, які змінюють свої властивості під дією світла і за допомогою яких можна виявити світлове випромінювання (рис. 9.2).

У приймачах світла енергія світлового випромінювання перетворюється на інші види енергії (електричну, хімічну, механічну).



Попрактикуйтеся

3

Поміркуйте та наведіть приклади, де людиною використовуються:

а) теплова дія світла;

в) хімічна дія світла;

б) освітлювальна дія світла;

г) електрична дія світла.



Поширення світла

Світлове випромінювання поширюється в просторі зі скінченною швидкістю. Швидкість поширення світла у вакуумі становить приблизно:

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Говорячи про поширення світла, використовують поняття променя світла. Промінь — це лінія, вздовж якої поширюється світло. Сукупність світлових променів утворює **світловий пучок**.

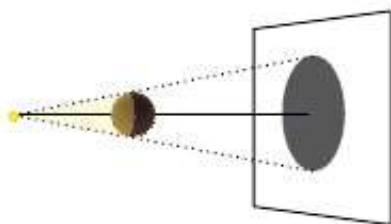


Рис. 9.3. Утворення тіні

Прямолінійним поширенням світла пояснюється утворення тіні від непрозорих тіл у разі їх освітлення. Якщо джерело світла відносно предмета є точковим, то тінь від предмета буде чіткою. У цьому разі йдеться про повну тінь (рис. 9.3).

Повна тінь — це область простору, в яку не потрапляє світло від джерела. Залежно від відстані між предметом і джерелом світла, розмір тіні може змінюватися.

Якщо предмет освітлювати двома точковими джерелами світла або протяжним джерелом світла, на екрані утворюється тінь з нечіткими контурами. У такому разі створюється не тільки повна тінь, а ще й півтінь (рис. 9.4).

Півтінь — це область простору, освітлена деякими з кількох наявних точкових джерел світла або частиною протяжного джерела.

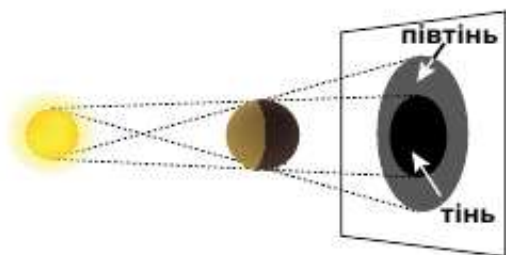


Рис. 9.4. Утворення тіні та півтіні



Попрактикуйтеся

4

Поміркуйте який дослід можна провести для підтвердження прямолінійного поширення світла.

5

Розгляньте схематичні зображення світлових пучків (рис. 9.5) та надайте відповіді на питання.

а) Як називається кожен тип пучка?

б) Які джерела світла можуть випромінювати

кожен з цих типів світлових пучків?

6

Однією з одиниць довжини, яку застосовують в астрономії, є світловий рік. Скільки метрів становить світловий рік, якщо він дорівнює відстані, що її проходить світло у вакуумі за один рік?

7

Місяць віддалений від Землі на 380 тис. км. Скільки часу витратить світло на подолання цієї відстані?



Рис. 9.5. Світлові пучки



Вігбивання світла

На межі розділу двох середовищ частина світла відбивається від неї, частина заломлюється, тобто проникає в інше середовище, змінюючи свій напрямок.





Рис. 9.6. Заломлення, поглинання та відбивання світлового променя

Відбивання світла — це зміна напрямку поширення світлового променя на межі поділу середовищ. Вперше це явище описав давньогрецький науковець Евклід, який заклав основи геометричної оптики. Явище відбивання світла описано ним понад 300 років до н.е. у творах «Оптика» і «Катоптрика» (в перекладі з грецької «катоптрика» означає «система дзеркал»).



Рис. 9.7. 1 — промінь, що падає (напрямок пучка світла, який падає); 2 — відбитий промінь (напрямок відбитого пучка світла); 3 — перпендикуляр до поверхні дзеркала, проведений із точки падіння О; кут α — кут падіння (утворений падаючим променем і перпендикуляром); кут β — кут відбивання (утворений відбитим променем і перпендикуляром)

А частина поглинається (тобто внутрішня енергія середовища збільшується) (рис. 9.6).

Розглянемо детальніше відбивання світла. Ми бачимо предмети завдяки тому, що вони відбивають світло, і ці відбиті промені потрапляють нам в очі. Тут, звісно, не йдеться про джерела світла, оскільки вони самі випромінюють світло, і випромінювані промені потрапляють нам у очі.



Для дослідження відбивання світла необхідно знати, під яким кутом промінь падає на поверхню та під яким відбивається. Ці кути називаються **кутом падіння** та **кутом відбивання**. Виконаємо схематичний малюнок відбивання світла від лінії поділу двох середовищ. Вкажемо на малюнку промінь, що падає, і відбитий промінь, кут падіння, кут відбивання (рис. 9.7).

Поверхні тіл, на які падає світло, можуть бути гладенькими (дзеркальними) і шорсткими (розсіювальними) з маленькими нерівностями. Якщо поверхня, що відбиває, гладенька — відбиті промені світла йтимуть паралельним пучком. Таке відбивання називають **дзеркальним**. Проте аркуш білого паперу чи поверхня чистого снігу відбивають практично таку саму кількість світла, але водночас жодних зображень не видно. Таке відбивання називають **дифузним**.

Це зумовлено нерівністю поверхні снігу чи аркуша паперу (рис. 9.8). Таким чином, поверхня розсіює світло. Також розсіювання світла можна спостерігати в повітрі, якщо в ньому є багато дрібних частинок, наприклад, краплин води.

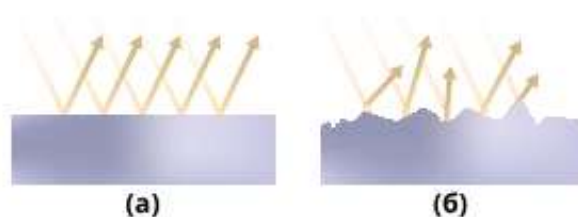


Рис. 9.8. Дзеркальне (а) та дифузне (б) відбивання світла



Попрактикуйтеся

- 8 Узимку, коли земля вкрита снігом, місячні ночі набагато світліші. Поміркуйте, чому.
- 9 Поміркуйте, чому водяну пару (воду в газоподібному стані) не можна побачити на відміну від туману.
- 10 Наведіть приклади явищ, пов'язаних із розсіюванням світла краплинами або маленькими частинками.



Завдання 9.1. Дослідження відбивання світла

Дослідження відбивання світла від дзеркальної поверхні. Дослідимо відбивання світла від дзеркальної поверхні та з'ясуємо, чи існує зв'язок між кутом падіння та кутом відбивання.

Сплануйте та проведіть дослідження, у якому необхідно отримати відбивання світлового променя від дзеркальної поверхні, виміряти кути падіння та відбивання і порівняти їх.

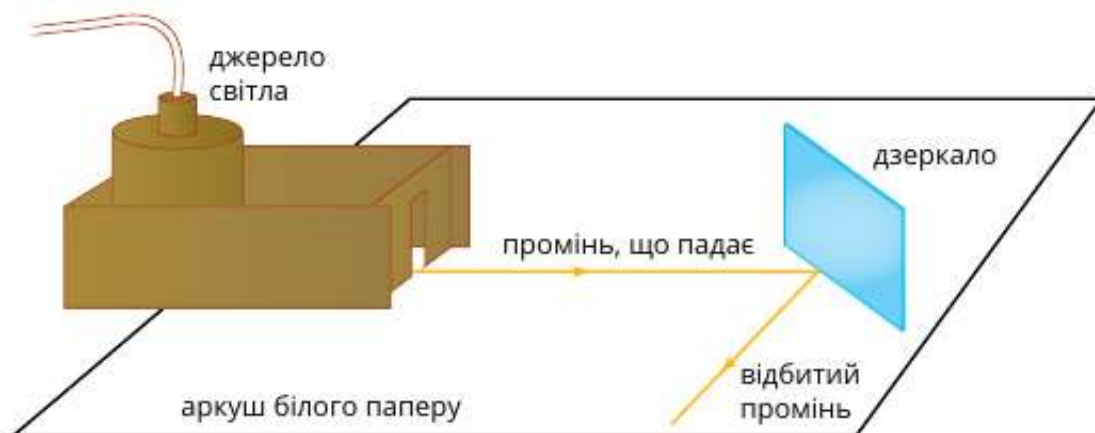


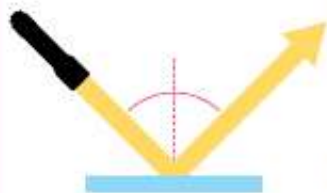
Рис. 9.9. Схема експерименту

1. Підготуйте необхідні прилади для дослідження та сформулюйте таблицю для результатів вимірювань.



2. Проведіть дослідження, виконавши такі дії:

- розташуйте дзеркальну поверхню на аркуші паперу та спрямуйте промінь світла під кутом;
- намалюйте промінь, що падає, і відбитий промінь, зазначте стрілками напрямки, встановіть перпендикуляр з точки падіння променя, позначте та виміряйте кути падіння та відбивання;
- повторіть дослід, змінюючи кут падіння, занотуйте результати до таблиці.



3. Проаналізуйте експеримент та зробіть висновки:

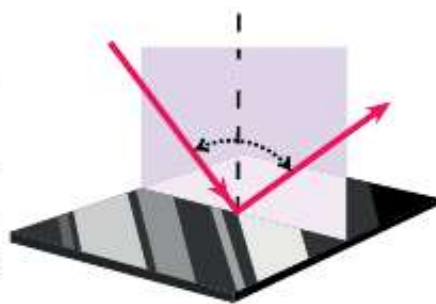
- встановіть співвідношення між кутами падіння та відбивання;
 - оцініть точність результатів та причини похибок.
4. Спрямуйте промінь, що падає, шляхом відбитого. Що ви помітили? Зробіть висновки.



Закони відбивання світла

На основі багатьох дослідів науковці сформулювали закони відбивання світла.

- Промінь, що падає, промінь відбитий і перпендикуляр до поверхні відбивання, проведений із точки падіння променя, лежать в одній площині.
- Кут відбивання дорівнює куту падіння: $\beta = \alpha$.



Попрактикуйтеся

11

На рис. 9.10 позначені промені світла, які падають на дзеркальну поверхню. Для кожного випадку знайдіть:

- кут падіння променя;
- кут відбивання променя.

12

Кут падіння променя дорівнює 15° . Чому дорівнює кут між променем, що падає, і відбитим?



Рис. 9.10. Промінь світла, що падає на поверхню під різними кутами



Наука в гії. Сонячна енергія

Сонячна енергетика є одним із найбільш перспективних **джерел відновлюваної енергії**, що швидко розвивається (рис. 9.11).

Щороку потужності нових установок зростають на 40–50 %. Україна активно впроваджує ВДЕ та альтернативні види палива, щоб зменшити свою залежність від викопних джерел. За прогнозами, до 2030 року наша країна може в десять разів збільшити використання відновлюваної енергії й на 15 % скоротити споживання природного газу.

Український клімат і географічне розташування ідеально підходять для розвитку сонячної енергетики та будівництва СЕС. Світовий тренд переходу від традиційних джерел енергії до альтернативних також набирає обертів в Україні. Щорічно збільшуються потужності ВДЕ, а сонячна енергетика особливо популярна останніми роками. Сонячна енергетика в Україні — відносно нова галузь з високими темпами розвитку. До кінця 2021 року сумарна потужність сонячних електростанцій досягла 6320 МВт, без урахування станцій на тимчасово окупованих територіях.



Рис. 9.11. Відновлювані джерела енергії — вітряки та сонячні батареї



Підсумки

- Джерела світла — це фізичні тіла, частинки (атоми, молекули, йони) яких випромінюють світло.
- Приймачі світла — це пристрої, які змінюють свої властивості через дію світла та за допомогою яких можна виявити світлове випромінювання.
- Промінь — це лінія, вздовж якої поширюється світло.
- Сукупність світлових променів утворює світловий пучок.
- Відбивання світла — це зміна напрямку поширення світлового променя на межі поділу середовищ.



Ключові поняття

Природні, штучні, теплові, люмінесцентні, точкові, протяжні джерела світла; приймачі світла; світлова, тепла, хімічна, електрична дії світла; світловий промінь; повна тінь; півтінь; відбивання світла; дзеркальне та дифузне відбивання світла.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу розрізняти типи джерел світла та використовувати різні дії світла.
- ☒ Я можу пояснювати відбивання світла від різних поверхонь.
- ☒ Я можу спланувати експеримент для підтвердження законів відбивання світла.





Заломлення світла. Лінзи

**Будете
навчатися:**

- розуміти причини заломлення світла;
- пояснювати заломлення світла на межі поділу двох середовищ;
- розрізняти типи лінз;
- зрозуміти будову ока та відрізняти вади зору;
- застосовувати здобуті знання у повсякденному житті.



Заломлення світла



Рис. 9.12. Заломлення, поглинання та відбивання світлового променя

Ви вже знаєте, що швидкість світла дорівнює 300 000 км/с, проте ця швидкість є такою лише у вакуумі — просторі, де практично немає речовини: атомів і молекул (наприклад, між Сонцем та Землею). Коли світло поширюється в середовищі, воно взаємодіє з молекулами цього середовища, через що його швидкість зменшується. Це означає, що в будь-якому середовищі швидкість світла є меншою, ніж у вакуумі. У таблиці 9.1 можна побачити швидкості світла в різних середовищах.

На межі поділу двох середовищ частина світла відбивається, частина поглинається (внаслідок чого внутрішня енергія середовища збільшується), а частина заломлюється та проходить у інше середовище (рис. 9.12). За цих умов заломлений промінь змінює напрямок свого поширення. Це явище називається заломленням світла. **Заломленням** називають зміну напрямку поширення світла, коли воно переходить крізь межу двох середовищ. Але чому світло змінює свій напрямок, проходячи з одного середовища в інше?

Таблиця 9.1. Швидкості світла в деяких середовищах

Середовище	Швидкість світла, км/с
Вакуум	300 000
Повітря	299 704
Лід	228 782
Вода	225 341
Скло	200 000
Цукор	192 300
Сірковуглець	184 000
Рубін	170 386
Діамант	123 845

Оскільки прозорі речовини по-різному впливають на швидкість світла, їх характеризують показником заломлення середовища n .

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\text{Показник заломлення середовища} = \frac{\text{Швидкість світла у вакуумі}}{\text{Швидкість світла у середовищі}}$$

Рис. 9.13. Текстова формула показника заломлення середовища

Таблиця 9.2. Показники заломлення світла деяких середовищ

Середовище	Абсолютний показник заломлення, n
Повітря	1,0003
Лід	1,31
Вода	1,33
Бензин	1,5
Скло	1,43–2,17
Кварц	1,54
Алмаз	2,42
Скипидар	1,47
Спирт	1,36

Показник заломлення середовища показує, у скільки разів швидкість світла у вакуумі більша за швидкість світла у певному середовищі. В таблиці 9.2 надані показники заломлення деяких прозорих середовищ.

Прийнято говорити про **оптичну густину середовища**: під час опису переходу світла між двома середовищами те, яке має більший показник заломлення, називається оптично густішим.



Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте та наведіть приклади, де людина використовує заломлення світла.
- 2 У двох закоркованих посудинах містяться прозорі рідини — спирт і скипидар. Чи можна, не відкорковуючи ємностей, визначити, де яка рідина? Поясніть свою відповідь.
- 3 Скориставшись даними таблиці 9.1, порівняйте:
 - а) швидкість світла у воді та льодові;
 - б) оптичну густину рубіна та діаманта.
- 4 Скориставшись даними таблиці 9.2, порівняйте:
 - а) яке середовище більше заломлює світловий промінь — лід чи діамант;
 - б) швидкість світла в кварці та діаманті.
- 5 Поясніть, чому показник заломлення скла не має точного значення, а варіюється в межах 1,43–2,17.





Закони заломлення світла

На основі багатьох дослідів науковцями були сформульовані закони заломлення світла.

1-й закон. Промінь, що падає, промінь заломлений і перпендикуляр до межі поділу двох середовищ, проведені із точки падіння променя, лежать в одній площині.

2-й закон. Для двох даних середовищ відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення є величиною незмінною.



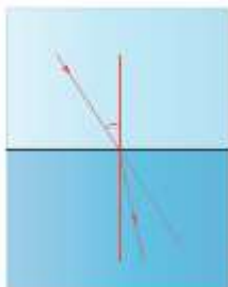
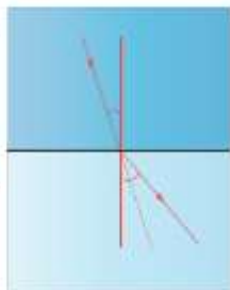
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin \text{кута падіння}}{\sin \text{кута заломлення}} = \frac{\text{Показник заломлення другого середовища}}{\text{Показник заломлення першого середовища}} = \frac{\text{Швидкість світла в першому середовищі}}{\text{Швидкість світла в другому середовищі}}$$

Рис. 9.14. Текстова формула другого закону заломлення світла

Проаналізувавши останню формулу, можемо зробити такі висновки:

- чим більше змінюється швидкість світла, тим більше світло заломлюється;
- якщо промінь світла переходить у середовище з більшою оптичною густиною (тобто швидкість світла зменшується), то кут заломлення є меншим від кута падіння: $\gamma < \alpha$;
- якщо промінь світла переходить у середовище з меншою оптичною густиною (тобто швидкість світла збільшується), то кут заломлення є більшим за кут падіння: $\gamma > \alpha$.



Попрактикуйтеся

6

Поміркуйте: чи може світло перейти крізь межу двох середовищ, не змінюючи напрямку свого поширення.

7

Світловий промінь, який перейшов з повітря в скло, зазнав заломлення. Порівняйте кути падіння та заломлення променя.





Завдання 9.2. Дослідження заломлення світла

Дослідження заломлення світла різними прозорими середовищами.

Дослідимо заломлення світла в різних прозорих середовищах та з'ясуємо, чи існують закономірності між кутом падіння та кутом заломлення. Сплануйте та проведіть дослідження, у якому необхідно отримати заломлення світлового променя в прозорому середовищі, виміряти кути падіння та заломлення та порівняти їх.

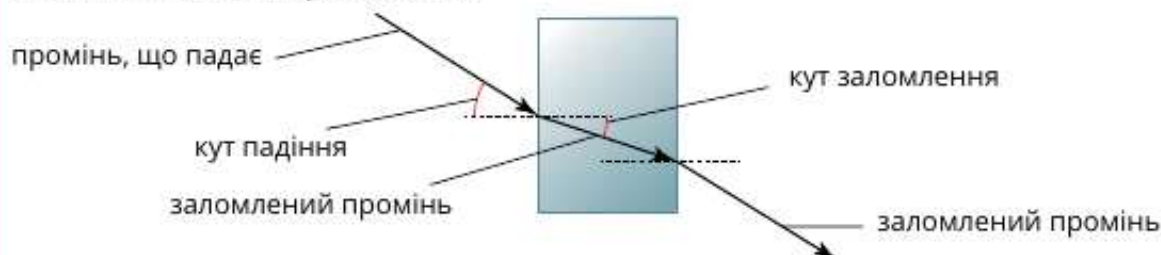
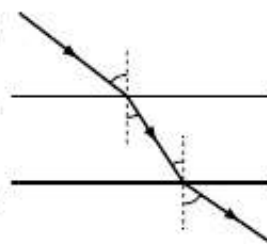


Рис. 9.15. Схема експерименту



- Підготуйте необхідні прилади та укладіть таблицю для результатів вимірювань.
- Проведіть дослідження, виконавши такі дії:
 - розташуйте прозору поверхню на аркуші паперу;
 - спрямуйте промінь світла на прозоре середовище під кутом. Переконайтеся, що промінь, який падає, і заломлений промінь видно на аркуші;
 - намалюйте промінь, що падає, і заломлений промінь, зазначивши напрямки стрілками;
- встановіть перпендикуляри з точки падіння променів на межі середовищ;
- виміряйте кути падіння α_1 і заломлення γ_1 для повітря-середовище, та кути α_2 і γ_2 для середовище-повітря;
- повторіть дослід, змінюючи кут падіння, і занотуйте результати до таблиці.
- Проаналізуйте експеримент та його результати:
 - встановіть співвідношення між кутом падіння і кутом заломлення;
 - оцініть точність результатів і причини похибок;
 - порівняйте результати першого і другого дослідів та зробіть висновки.



Лінзи

Існує чимало оптичних приладів, у яких використовується явище заломлення світла. Своєрідною частиною більшості з них є лінзи.



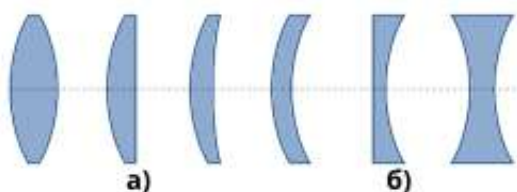
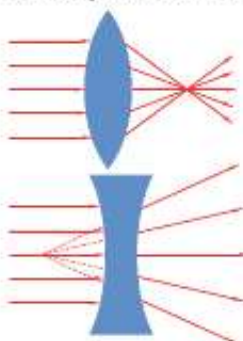


Рис. 9.16. Лінзи: **а)** двоопукла, плоско-опукла, увігнуто-опукла; **б)** двоввігнута, плоско-ввігнута, опукло-ввігнута

Увігнута лінза — лінза, товщина якої посередині менша, ніж біля країв (рис. 9.16 б). Будемо вивчати тільки лінзи, товщина яких порівняно з їхнім діаметром є малою. Їх називають **тонкими лінзами**. На рис. 9.17 представлено схематичне позначення опуклої та ввігнутої лінзи. Точка посередині тонкої лінзи — це її **оптичний центр**. Жоден промінь не заломлюється, проходячи крізь цю точку. Крізь оптичний центр перпендикулярно до площини лінзи проходить її головна оптична вісь.



Лінзи поділяють на **збиральні** та **розсіювальні**. **Збиральна лінза** — це лінза, яка перетворює паралельний пучок променів в збіжний. Точка на головній оптичній осі, у якій перетинаються заломлені промені, має назву **дійсний фокус лінзи**, та позначається літерою **F**. **Розсіювальна лінза** — це лінза, яка перетворює паралельний пучок променів у розбіжний. Точка на головній оптичній осі, у якій перетинаються продовження заломлених променів, має назву **уявний фокус лінзи** та позначається **F'**.

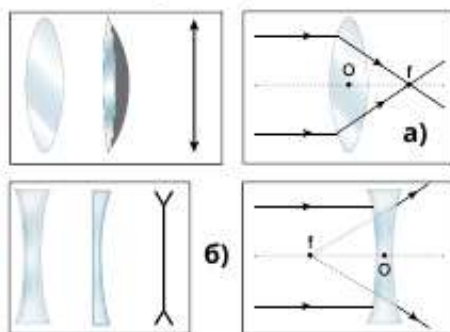


Рис. 9.17. Схематичне позначення лінз



Попрактикуйтеся

8

Поміркуйте, які з лінз на рис. 9.16 можуть бути збиральними, а які — розсіювальними?

9

Поміркуйте, чому сонячної літньої днини не радять поливати рослини в саду?



Оптична сила лінзи

Кожна лінза має два фокуси, розташовані на однаковій відстані від оптичного центра лінзи. **Фокусна відстань лінзи F** — це відстань від оптичного центра лінзи до фокуса. **Оптична сила лінзи D** — це фізична величина, яка характеризує заломлювальні властивості лінзи та є оберненою до її фокусної відстані.

$$D = \frac{1}{F}$$

$$\text{Оптична сила лінзи} = \frac{1}{\text{Фокусна відстань лінзи}}$$

Рис. 9.18. Текстова формула оптичної сили лінзи

Оптична сила лінзи вимірюється в діоптріях. **1 діоптрія** (дптр) — це оптична сила лінзи, фокусна відстань якої дорівнює 1 м. Оптична сила збиральної лінзи є додатною ($D > 0$), а розсіювальної лінзи — від'ємною ($D < 0$). Чим більшою є товщина лінзи, тим сильніше ця лінза заломлює світло, отже, тим менша її фокусна відстань.



Попрактикуйтеся

10

Оптична сила лінз у окулярах для читання становить +3 дптр, а у окулярах для зору на відстані –2 дптр. У чому полягає різниця між цими лінзами?

11

Чому дорівнює оптична сила лінзи, фокусна відстань якої дорівнює 5 см?



Побудова зображень в лінзі

Розглянемо, як відбувається зображення в лінзі. Будь-який предмет можна подати як сукупність точок.

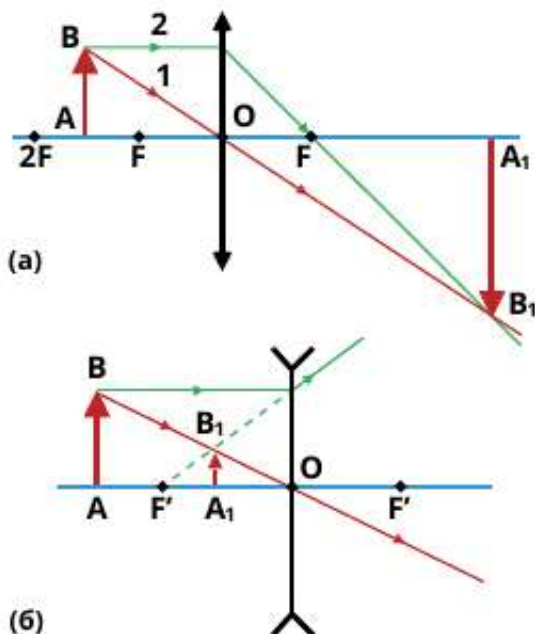


Рис. 9.19. Побудова зображення предмета в збиральній (а) та розсіювальній (б) лінзах

Для побудови зображення в лінзі деякого предмета АВ достатньо знайти точки перетину (точки А₁ та В₁) будь-яких двох променів, що проходять крізь лінзу. На рис. 9.21 можна побачити побудову зображення в збиральній (а) та розсіювальній (б) лінзах. Побудова здійснена за допомогою двох променів. Червоний промінь, який проходить крізь оптичний центр О лінзи, не заломлюється та не змінює свого напрямку. Зелений промінь, паралельний головній оптичній осі лінзи, після заломлення в лінзі прямує через фокус F (для збиральної лінзи), або продовження променя йде крізь фокус F' (для розсіювальної лінзи). Зображення предмета, отримане в збиральній лінзі, буде дійсним, збільшеним і перевернутим, а в розсіювальній лінзі зображення — уявним, зменшеним і прямим.





Попрактикуйтеся

12

На рис. 9.19 побудовано зображення предмета АВ, який розташовано за фокусом лінзи. Зробіть аналогічну побудову зображень, розташувачи предмет:

а) у фокусі лінзи;

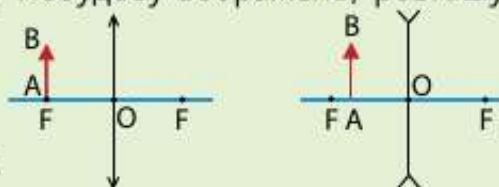
б) між фокусом лінзи та лінзою.

13

Проаналізуйте отримані зображення.

14

Об'єднайтеся в пари, отримайте лупу та виберіть кілька об'єктів для дослідження. Знайдіть найкращу відстань для отримання чіткого зображення, заміряйте її. Порівняйте відстані з іншими парами та проаналізуйте, чому можуть бути розбіжності в результатах. Обговоріть свої висновки з іншими парами.



Око людини. Ваги зору

■ **Рогівка** — єдина частина тіла людини, яка не отримує кисень через кровоносну систему. Клітини рогівки отримують кисень, розчинений у сльозах, безпосередньо з повітря. Рогівка заломлює та пропускає світлові промені всередину ока.

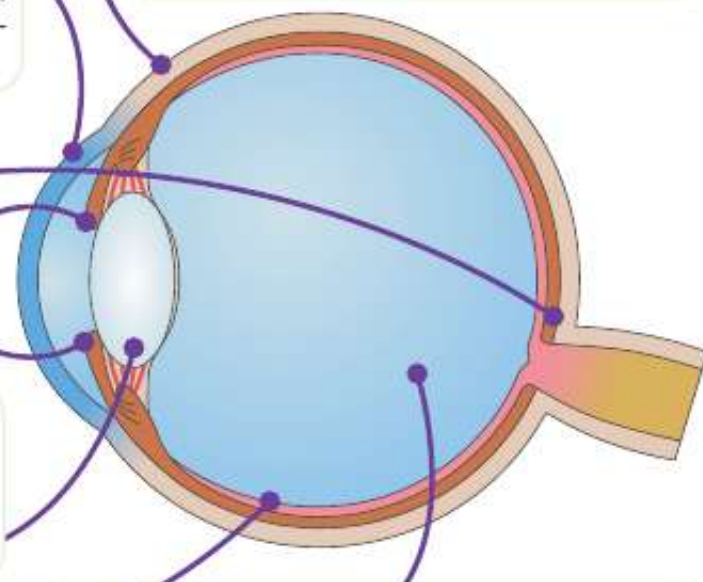
■ **Судинна оболонка** забезпечує постачання очей кров'ю.

■ **Райдужка** містить пігмент меланін, який зумовлює її забарвлення. Має вигляд диска з отвором у середині — **зіницею**.

■ За райдужною оболонкою розташований **кришталік**, який, завдяки скороченню війчастих м'язів циліарного тіла, здатний змінювати свою кривизну.

■ Внутрішня оболонка ока — **сітківка** — є світлоприймальною. Вона перетворює подразнення на нервовий імпульс і здійснює первинну обробку зорового сигналу.

■ **Склера** — непрозора частина білкової оболонки, найміцніша, складається зі сполучної тканини, у якій щільно переплітаються колагенові та еластичні волокна. Виконує опорну функцію та надає очному яблуку форму. Спереду склера переходить у прозору рогівку.



■ Всю порожнину ока (очне яблуко) позаду кришталіка заповнює прозора желеподібна маса, як розплавлене скло, тому назва **склисте тіло**.

Хід променів світла крізь оптичний апарат: спочатку світло проходить крізь рогівку, рідину передньої камери, зіницю, кришталік, склоподібне тіло й, нарешті, потрапляє на сітківку, де утворюється зображення тіла. Коли промені світла, пройшовши крізь оптичні середовища ока, фокусуються не на сітківці, виникають аномалії зору: якщо попереду неї — короткозорість, якщо позаду — далекозорість (рис. 9.20).

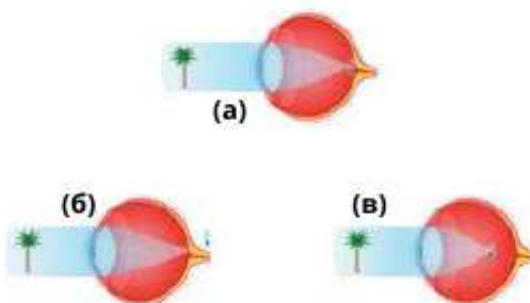


Рис. 9.20. Утворення зображення тіла в здоровому оці (а), при далекозорості (б) та короткозорості (в)



Попрактикуйтеся

15

Розгляньте рис. 9.20 та поміркуйте, які лінзи треба використати для кожної вади зору, щоб зображення було на сітківці.

16

Розгляньте будову ока та поміркуйте.

а) Яку функцію виконує зіниця? Коли і навіщо вона змінює свій розмір?

б) Яку функцію виконує райдужка? Чому вона має різне забарвлення?

в) Яким за видом лінзи є кришталік?

г) Як побудована сітківка і яку функцію вона виконує?

ґ) Чому око може адаптуватися до різного рівня освітлення?

17

Об'єднайтеся в групи та дослідіть, у яких галузях суспільства та професіях використовуються лінзи. Наведіть приклади їх застосування в медицині, фотографії, оптиці, науці та астрономії. Підготуйте коротку презентацію і поділіться з класом.



Наука в гії. Сучасні телескопи

Сучасна астрономія покладається на використання потужних інструментів. Професіонали працюють із телескопами, вага яких досягає десятків і сотень тонн.



Рис. 9.21. Телескоп астрономічної обсерваторії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Ці телескопи дають змогу астрономам спостерігати за подіями не лише в нашій галактиці, а й за межами її. На спостережній станції астрономічної обсерваторії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, розташованій у селі Маяки на Одещині, встановлено найбільший телескоп в Україні (рис. 9.21).



Він стежить за небезпечними астероїдами та геостаціонарними супутниками Землі. Крім того, цей телескоп використовується для спостереження за «космічним сміттям» — залишками супутників та станцій, які вже відслужили свій термін. Це важливо для забезпечення безпеки нових космічних об'єктів і уникнення зіткнень.



Підсумки

-  Заломлення світла — це зміна напрямку поширення світла при переході через межу двох середовищ.
-  Показник заломлення середовища свідчить про те, у скільки разів швидкість світла у вакуумі перевищує швидкість світла в цьому середовищі.
-  **Закони заломлення світла**
 1. Промінь, що падає, і промінь заломлений лежать в одній площині з перпендикуляром до поверхні в точці заломлення.
 2. Відношення синуса кута падіння до синуса кута заломлення для двох даних середовищ є постійним.
-  Лінза — прозоре тіло, обмежене двома сферичними поверхнями чи сферичною поверхнею та площиною.
-  Оптична сила лінзи D — це фізична величина, яка характеризує заломлювальні властивості лінзи та є оберненою до її фокусної відстані.



Ключові поняття

Заломлення світла, показник заломлення середовища, оптична густина середовища, збиральна та розсіювальна лінзи, оптичний центр, головна оптична вісь, дійсний та уявний фокуси лінзи, фокусна сила лінзи, оптична сила лінзи, діоптрія, склера, рогівка, райдужка, зіниця, кришталік, судинна оболонка, сітківка, склисте тіло, далекозорість, близорукість.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу пояснити заломлення світла на межі поділу двох середовищ.
- ☒ Я можу спланувати експеримент, щоб підтвердити закони заломлення світла.
- ☒ Я можу розрізняти збиральні та розсіювальні лінзи і будувати зображення в лінзах.
- ☒ Я можу дібрати правильний тип лінз для різних вад зору.

**Будете
навчатися:**

- розуміти будову білого світла;
- розуміти, чому ми бачимо кольори;
- використовувати здобуті знання в повсякденному житті.

**Досліди щодо розкладання білого світла у спектр**

Сучасні погляди на природу кольорів базуються на відкритті видатного англійського науковця Ісаака Ньютона (рис. 8.1). 1666 року Ньютон провів дослід, у якому спрямував промінь сонячного світла на скляну трикутну призму. Проходячи крізь призму, промінь світла заломився, і на протилежній стіні з'явилася кольорова смуга, яку Ньютон назвав спектром. Явище розкладання світла призмою він назвав дисперсією (рис. 9.22).

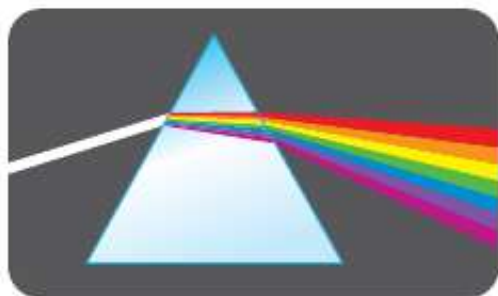


Рис. 9.22. Розкладання білого світла на кольори

Дисперсією називається явище розкладання світла на кольори під час проходження його крізь речовину. У спектрі Ньютон виділив сім кольорів: червоний, оранжевий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий. Запам'ятати послідовність цих кольорів допоможе така мнемонічна фраза: **«Чарівна Осінь Жалкує — Зима все в Білий Сніг Фарбує»**.

Після експерименту Ньютон зробив такі висновки:

1. Розкладання білого світла в кольоровий спектр означає, що біле світло має складну структуру, тобто є сумішшю всіх кольорів веселки.
2. Світло різних кольорів характеризується різними показниками заломлення в певному середовищі.
3. Найменшого відхилення від початкового напрямку падіння зазнають червоні промені, а найбільшого — фіолетові.



**ЧОМУСЬ
ОСІННЯ
ЖУРБА
ЗАВЖДИ
БУЄ
СУМНИМИ
ФАРБАМИ**





Попрактикуйтеся

- 1 Поміркуйте, що відбудеться, якщо розкладений на спектр промінь знову пропустити крізь скляну трикутну призму.
- 2 Висловіть припущення, що відбудеться, якщо крізь скляну трикутну призму пропустити монохроматичний промінь світла?
- 3 Як утворюється веселка? Чи можна спостерігати веселку на небі за умов сильної хмарності?



Основні та доповняльні кольори

Ще одну важливу властивість світлових променів відкрив 1807 року англійський науковець Томас Юнг. Він отримав біле світло накладанням лише світла трьох кольорів: червоного, зеленого, синього. Юнг назвав їх **основними кольорами**. Інші кольори та їх відтінки можна отримати накладанням основних кольорів у різних пропорціях, наприклад, коричневий, бузковий. Але жодним змішуванням неможливо отримати основні — зелений, червоний і синій.



Рис. 9.23. Англійський фізик Томас Юнг (13.06.1773 – 01.05.1829)

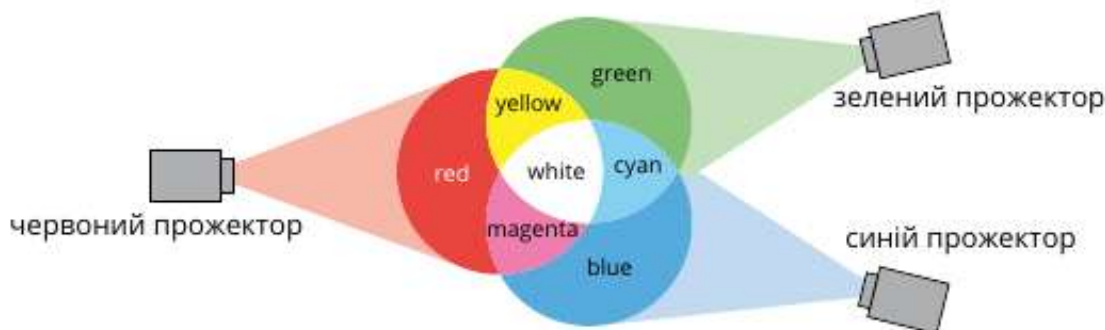


Рис. 9.24. Утворення кольорів за допомогою основних кольорів

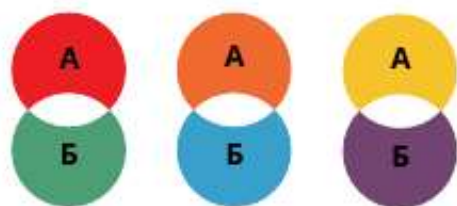


Рис. 9.25. Доповняльні кольори

Деякі пари кольорів у разі накладання один на один утворюють білий колір. Такі пари кольорів називають доповняльними. Так, доповняльними є червоний і зелений кольори, жовтий і фіолетовий, синій та оранжевий (рис. 9.25).

Необхідно добре усвідомити різницю між змішуванням фарб і світлових променів. Якщо на уроках образотворчого мистецтва ви змішували зелену, червону і синю фарби, то отримували чорний колір (рис. 9.26 (б)), а от під час змішування трьох світлових кольорів — червоного, зеленого, і синього — отримують білий колір (рис. 9.26 (а)).

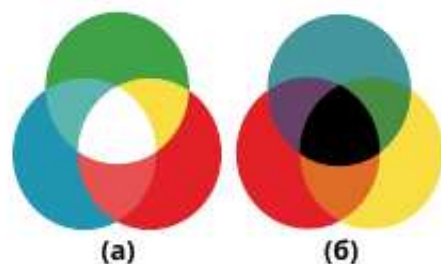


Рис. 9.26. Змішування світлових пучків (а) та змішування фарб (б)



Завдання 9.3. Спостереження утворення білого кольору

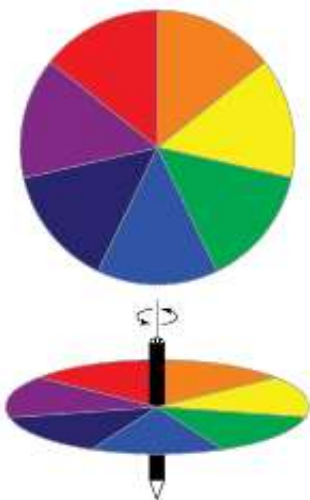


Рис. 9.27. Диск Ньютона

Спостереження явища утворення білого кольору за допомогою диска Ньютона.

1. Розгляньте модель диска Ньютона (рис. 9.27). Поміркуйте, які прилади для проведення дослідження вам знадобляться та приготуйте їх.
2. Коло білого кольору розділіть на сім рівних сегментів та надайте кожному сегменту один із кольорів спектра.
3. Зробіть отвір в центрі кола та розташуйте його на осі обертання.
4. Обертайте диск з різною швидкістю та спостерігайте за результатом.
5. Опишіть ваші спостереження.



Забарвлення предметів

Знаючи, що біле світло є складним, можна пояснити, чому навколишній світ, освітлений лише одним джерелом білого світла — Сонцем, ми бачимо різноколірним.

Як вам уже відомо, світло частково відбивається від фізичних тіл, частково заломлюється і частково поглинається ними. Ці процеси залежать від оптичних властивостей матеріалу, з якого складаються тіла, а також від кольору світлового пучка.

Колір будь-якого непрозорого тіла залежить від світла, яке воно відбиває. Троянда має червоний колір, тому що вона відбиває червоне світло і поглинає решту кольорів.

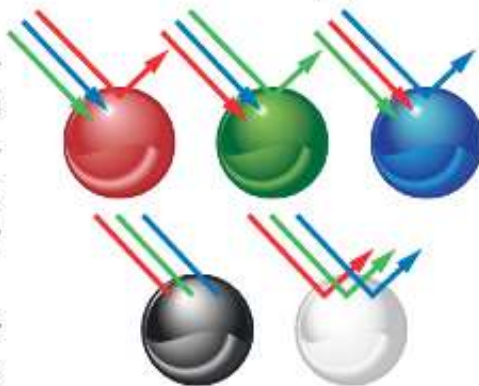


Рис. 9.28. Відбивання світла тілами різного кольору



Папір білого кольору відбиває світло всіх кольорів. Предмети здаються чорними, коли вони зовсім не відбивають світла, а повністю його поглинають (рис. 9.28). **Колір прозорих тіл залежить від того, які промені світла проходять крізь них.** Кольоровий фільтр пропускає крізь себе світло лише власного кольору. Решту кольорів світла фільтр поглинає. Наприклад, червоний фільтр пропускає лише червоне світло. На рис. 9.29 показано, що відбудеться, якщо використовувати різні кольори світла з червоним фільтром.

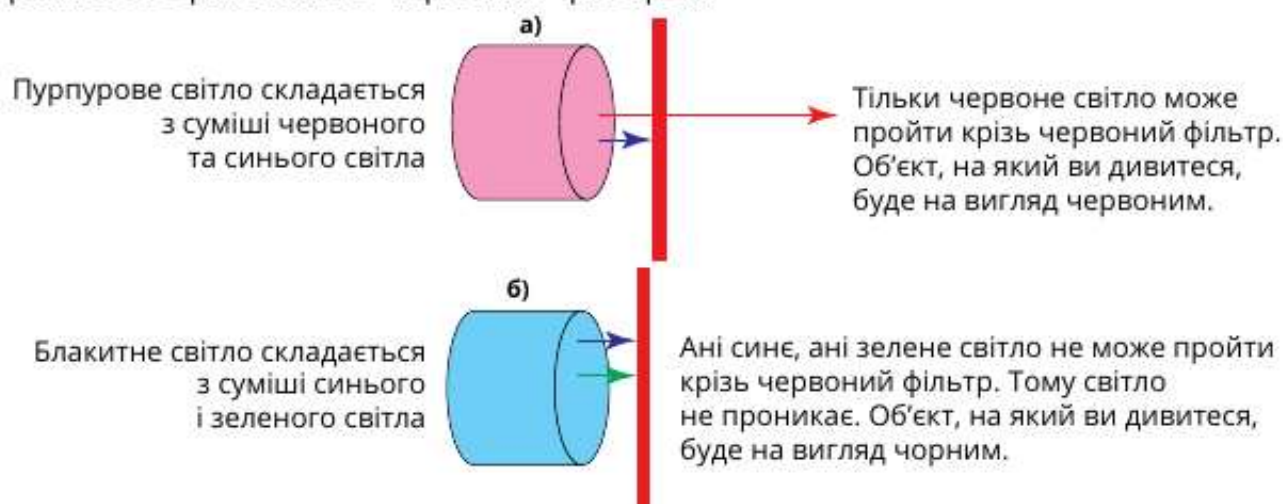


Рис. 9.29.



Попрактикуйтеся

4

Підготуйте різнокольорові картки (червону, синю, зелену, білу, чорну) та освітіть їх різними кольорами світла (наприклад, червоним, синім, зеленим). Спостерігайте, які кольори відбивають та поглинають ці картки. Запишіть результати та обговоріть їх у класі.

5

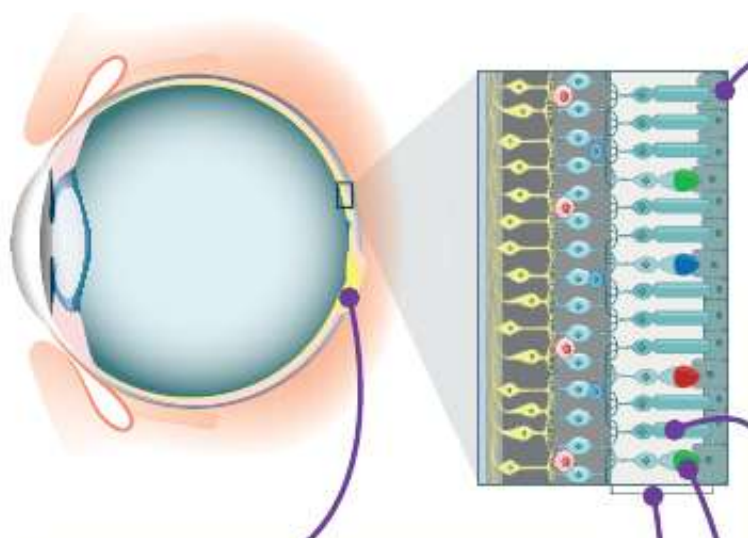
Поясніть, чому ми можемо спостерігати небо різних кольорів.



Сприйняття кольорів людиною

Ми сприймаємо світло завдяки тому, що його промені проходять крізь оптичну систему ока, заломлюються і потрапляють на сітківку — внутрішню оболонку ока. Там збудження обробляється й передається до кори головного мозку. Сітківка — це складна оболонка ока, що містить кілька шарів клітин, різних за формою і функціями. Отже, фоторецептори сприймають світло і перетворюють його енергію на нервовий імпульс. Далі інформація зоровими нервами передається до зорових зон кори великого мозку.





- Місце, де зоровий нерв виходить із сітківки, позбавлене фоторецепторів, у ньому світло не сприймається, і називається це місце — **сліпою плямою**. Предмети, зображення яких потрапляє на цю ділянку, ми не бачимо. Площа сліпої плями (в нормі) становить від 2,5 до 6 мм².

- **Рецепторний шар** складається з світлочутливих клітин (фоторецепторів) — колбочок і паличок. У сітківці ока людини нараховують близько 130 млн паличок і 7 млн колбочок.

- **Пігментний шар** складається із епітеліальних клітин, які містять чорний пігмент фусцин. Він поглинає світлові промені, що сприяє чіткішому зображенню предметів.

- **Палички** мають видовжену форму, не розрізняють кольори, але дуже чутливі до світла, тому збуджуються навіть при малому, так званому сутінковому освітленні. Завдяки цьому ми можемо бачити навіть у погано освітленій кімнаті або в сутінках, коли контури предметів ледь вирізняються. Оскільки палички переважають на периферії сітківки, ми здатні бачити «куточком ока» те, що відбувається навколо нас.

- **Колбочки** забезпечують сприймання форми і кольору предмета. Колбочки реагують на яскраве світло і забезпечують кольоровий зір. У сітківці містяться три види колбочок: одні сприймають червоний колір, інші — зелений, треті — синій. У результаті взаємодії всіх трьох видів колбочок ми бачимо різні кольори.



Наука в гії. Колірна сліпота

Деякі люди можуть мати порушення сприйняття кольорів, що призводить до колірної сліпоти. У разі повної колірної сліпоти всі об'єкти виглядають сірими. Часткове порушення кольорового зору, відоме як дальтонізм, названо на честь англійського хіміка Джона Дальтона, який уперше його описав.

Люди з дальтонізмом зазвичай не розрізняють червоні та зелені кольори. Це генетичне захворювання частіше зустрічається у чоловіків (6–8 %), ніж у жінок (0,4–0,5 %).





Лікування дальтонізму спрямоване на адаптацію до цього порушення, оскільки більшість випадків є генетичними і не піддаються корекції. Основні методи лікування:

1. Спеціальні окуляри та лінзи, які поліпшують розпізнавання кольорів.
2. Адаптивні технології, як-от програмне забезпечення та мобільні додатки, що змінюють кольорові схеми на екранах.
3. Освітні матеріали з адаптованими кольоровими палітрами.

Червоно-зелений дальтонізм діагностується за допомогою тесту Ishihara, розробленого у 1917 році. Тест складається з кольорових пластин з точками, які утворюють число або форму, добре помітні для тих, хто має нормальний колірний зір, і важко помітні для осіб з червоно-зеленими дефектами колірного зору. Тест Ishihara широко використовується завдяки простоті й точності.

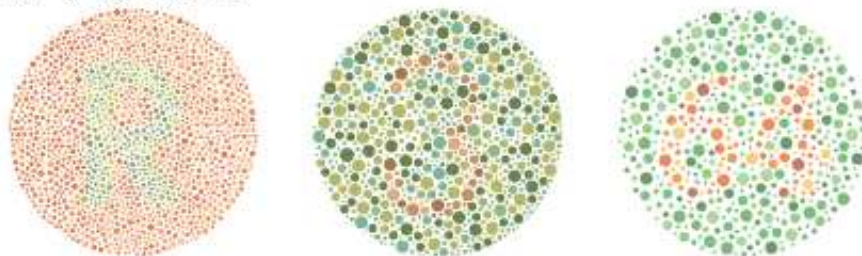


Рис. 9.30. Пластини Ishihara



Підсумки

- ✎ Дисперсія — явище розкладання світла на кольори під час проходження світла крізь речовину.
- ✎ Основні кольори — червоний, зелений, синій.
- ✎ Колір будь-якого непрозорого тіла залежить від світла, яке воно відбиває.
- ✎ Колір прозорих тіл залежить від того, які промені світла проходять крізь них.



Ключові поняття

Дисперсія, спектр, основні кольори, доповняльні кольори, пігментний шар, палички, колбочки, сліпа пляма, дальтонізм.



Оцініть свої досягнення

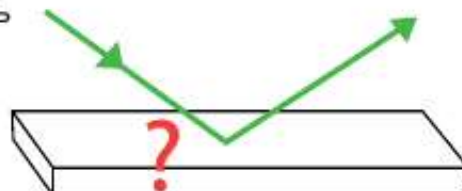
- ☒ Я можу розуміти будову білого світла;
- ☒ Я можу розуміти, чому ми бачимо кольори;
- ☒ Я можу спланувати та провести спостереження явища утворення білого кольору за допомогою диска Ньютона.

Перевірте себе

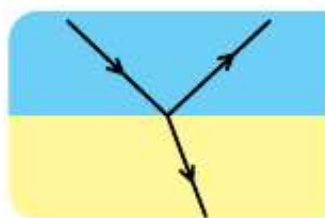
I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Якого кольору може бути поверхня, якщо від неї добре відбивається зелене світло? Знайдіть декілька варіантів.

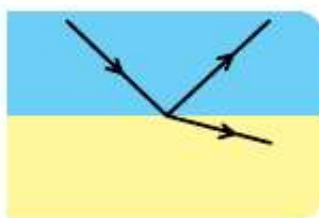
- А чорного; В зеленого;
Б жовтого; Г білого;



2. Світловий промінь, який падає на поверхню з води в повітря, зазнає відбивання та заломлення. На якому рисунку правильно показано відбитий і заломлений промені?



(а)



(б)

3. Установіть назву фоторецепторів, що забезпечують кольоровий зір і більшість з яких утворює жовту пляму.

- А палички; Б колбочки; В судинні клітини.

4. Розгляньте малюнок та поясніть утворення міражу.

5. У правилах поведінки в лісі написано:

- не підпалюйте суху траву;
- не кидайте непогашені сірники;
- не залишайте на сонці пляшки, залишки скла та сміття, які легко загоряються і можуть спричинити пожежу тощо.

Поясніть, як пляшка або залишок скла може спричинити пожежу.



II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

6. Промінь світла падає на плоске дзеркало під кутом 20° до поверхні. Чому дорівнює кут відбивання?



7. Світловий промінь переходить із повітря у прозору рідину. Якщо кут падіння променя становить 30° , то кут заломлення дорівнює 10° . На який кут відхиляється промінь від початкового напрямку? Обчисліть показник заломлення рідини.

III. Проводжу дослідження природи

8. Науковець проводив дослідження для підтвердження прямолінійного поширення світла. Розгляньте схему досліду (рис. 9.31) та поясніть його.

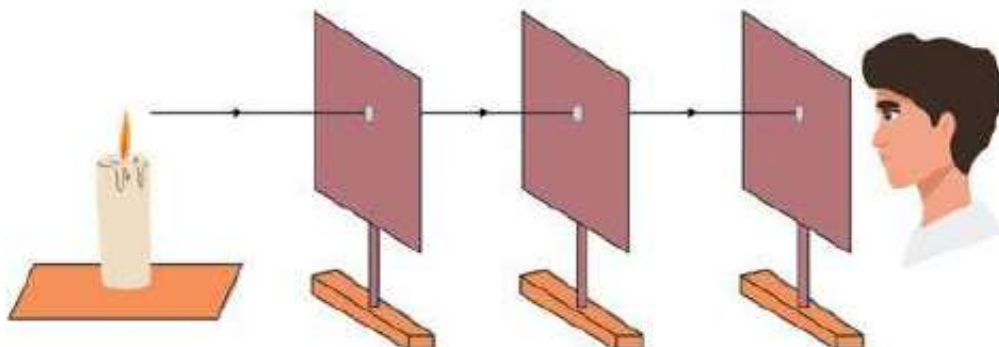


Рис. 9.31. Дослідження прямолінійного поширення світла

9. Під час досліду науковець світив ліхтариком збоку на склянки з водою та кавою і помітив, що промінь світла видно в склянці з кавою, на відміну від склянки з водою. Поясніть, чому це відбувається.



10. Для дослідження проходження світла крізь кольорові фільтри науковець зібрав установку з джерела світла і двох фільтрів — синього та червоного (рис. 9.32), освітлюючи променями різного кольору.

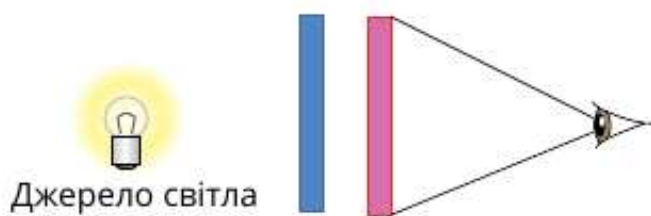


Рис. 9.32. Схема досліду

- 1) Який колір він побачив, коли джерело випромінює
 - а) червоне світло;
 - б) блакитне світло;
 - в) біле світло?
- 2) Чи була б різниця, якби фільтри були розташовані в іншому порядку?

Розділ 10. Магніти

10

Магнетизм є невід'ємною складовою сучасних технологій, і його застосування охоплює різні сфери життя. Магніти використовуються в двигунах, електрогенераторах і навіть у медицині. Наприклад, у лікарнях для створення детальних зображень внутрішніх органів людини застосовують апарати магнітно-резонансної томографії (МРТ).

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- що таке магніт і його основні властивості;
- що таке магнітне поле і як його можна зобразити;
- як утворюється магнітне поле Землі.

У цьому розділі ви навчитеся:

- розрізняти магнітні та немагнітні матеріали;
- створювати простий електромагніт;
- використовувати магніти в повсякденному житті.



rnk.com.ua/108806



Магніти та магнітні матеріали

**Будете
навчатися:**

- визначати магнітні та немагнітні матеріали;
- з'ясовувати властивості магніту;
- досліджувати магнітне поле.



Магніти

У природі існує мінерал — магнітний залізняк (один із видів залізної руди) (рис. 10.1), яка здатна притягувати деякі метали та сплави, що їх містять — залізо, нікель, кобальт та деякі рідкоземельні метали. Саме завдяки спостереженню такого природного явища люди дізналися про магнітні властивості. Тіла, які мають такі властивості, називають **магнітами**. Отже, магнітний залізняк є природним магнітом.



Рис. 10.1. Природний магніт — магнітний залізняк



Рис. 10.2. Англійський фізик Вільям Гілберт (24.05.1544 – 30.11.1603)

Перші згадки про магніти походять із глибокої давнини. У стародавніх рукописах є свідчення про те, що в XI-X століттях до нашої ери в Китаї використовували пристрої, які вказували напрямок на південь. Властивості магнітів усебічно описав Вільям Гільберт (рис. 10.2) у своїй книзі «Про магніт, про магнітні тіла і про великий магніт — Землю», опублікованій у Лондоні в 1600 році. У цій праці були детально описані магнітні властивості тіл.

Згодом люди навчилися виготовляти штучні постійні магніти різних форм і розмірів залежно від їх призначення. Постійні магніти дістали таку назву, оскільки зберігають свої магнітні властивості тривалий час. У техніці та лабораторній практиці широко використовують різні види магнітів, зокрема, штабові (прямі), підковоподібні та круглі магніти (рис. 10.3).



Рис. 10.3. Штучні магніти різної форми



Попрактикуйтеся

1

Перевірте, чи діє магніт крізь папір. Покладіть на стіл купку сталевих канцелярських скріпок і накрийте аркушем паперу. Піднесіть магніт до аркуша. Що відбувається? Зробіть висновки щодо впливу діелектриків на магнітну дію.



Властивості магніту

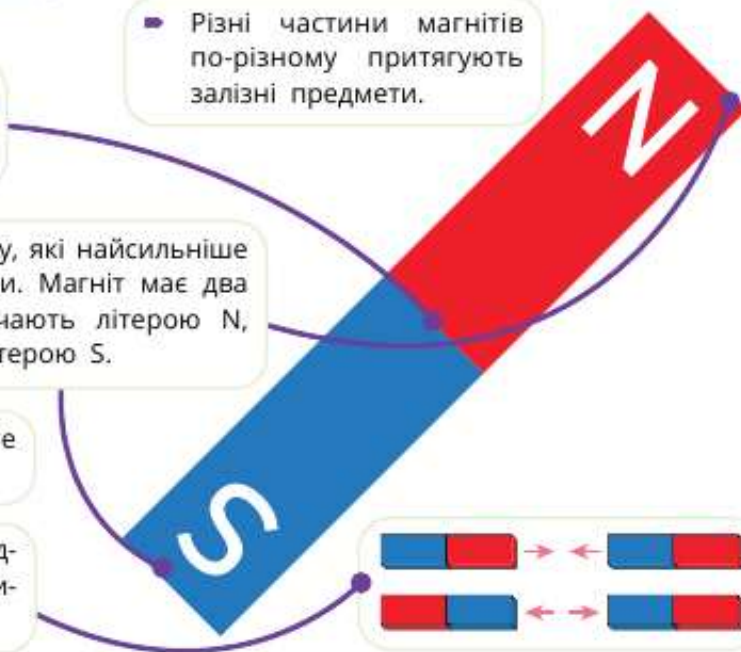
- Середня лінія магніту — ділянка магніту, де не виявляються його магнітні дії.

- Полюси магніту — ділянки магніту, які найсильніше притягують різні залізні предмети. Магніт має два полюси: північний, який позначають літерою N, і південний, який позначають літерою S.

- Неможливо отримати магніт лише з одним полюсом.

- Однойменні полюси магнітів відштовхуються, різнойменні — притягуються.

- Різні частини магнітів по-різному притягують залізні предмети.



Попрактикуйтеся

2

Два залізні цвяхи деякий час своїми вістрями торкалися одного полюса магніту. Як поведуться цвяхи, якщо магніт прибрати?

3

Покладіть один магніт у контейнер і спробуйте дістати його за допомогою іншого магніту. Як розташовувались полюси магнітів, коли вам удалося дістати магніт з контейнера?



Магнітне поле

Згідно із сучасними уявленнями, магнітна взаємодія передається крізь магнітне поле, яке є однією з форм матерії. Хоча ми не можемо безпосередньо побачити магнітне поле, ми можемо навчитися створювати його наочне зображення.



Якщо розташувати навколо штабового магніту багато маленьких магнітних стрілок, вони орієнтуюватимуться в різних напрямках у різних точках. Проте спостерігається закономірність: стрілки розташовуються вздовж певних уявних ліній (рис. 10.4).



Рис. 10.4. Магнітні стрілки розташовуються вздовж ліній магнітного поля



Рис. 10.5. Лінії магнітного поля

Схематично це поле можна показати, намалювавши силові лінії магнітного поля (рис. 10.6). Відстань між лініями вказує на напруженість поля: чим ближче лінії, тим сильніше поле. Стрілки на лініях показують, в якому напрямку розташовуються магнітні стрілки. Лінії поля завжди спрямовані з півночі на південь.

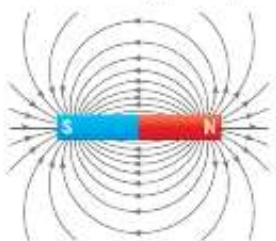


Рис. 10.6. Силові лінії магнітного поля штабового магніту

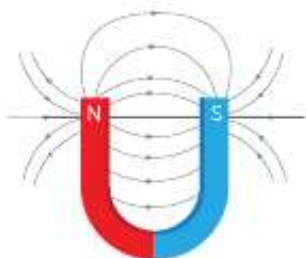


Рис. 10.7. Силові лінії магнітного поля підковоподібного магніту

Саме завдяки цим лініям зображують магнітне поле. Умовні лінії, уздовж яких у магнітному полі орієнтуються осі маленьких магнітних стрілок, називають **лініями магнітного поля**, або **магнітними лініями**. Картину ліній магнітного поля можна отримати й за допомогою залізних ошурок. Якщо накрити магніт прозорою пластинкою і насипати на неї тонким шаром залізних ошурок, то ми отримаємо зображення ліній магнітного поля (рис. 10.5).



Запам'ятайте ці правила:

- Кожна лінія повинна бути плавно вигнутою і безперервною (лінія поля не повинна обриватися).
- Лінії магнітного поля не можуть перетинати одна одну, з'єднуватися або розходитися.
- Стрілка на кожній лінії поля повинна йти від північного полюса до південного.

Ці правила застосовуються до магнітів незалежно від їх форми (рис. 10.7).

Магнітні лінії:

- поза магнітом виходять із північного полюса магніту і входять у південний;
- завжди замкнені (магнітне поле — це вихрове поле), ніколи не перетинаються;
- найщільніше розташовані біля полюсів.



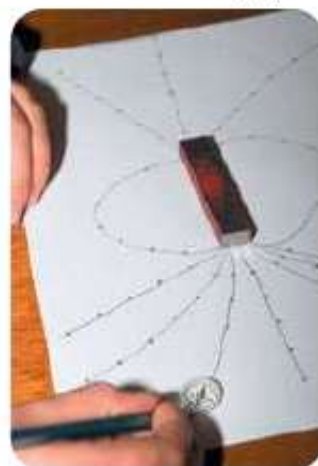
Завдання 10.1. Малюємо магнітне поле за допомогою компаса

с*



Стрілка компаса завжди орієнтується вздовж ліній магнітного поля.

1. Розгляньте схему досліду та складіть план, за яким ви будете проводити дослідження.
2. Продумайте, які прилади вам знадобляться, та підготуйте їх.
3. Покладіть магніт на великий аркуш паперу й обведіть його по контуру.
4. Покладіть компас біля північного полюса магніту.
5. Позначте точку, куди вказує стрілка компаса.
6. Перемістіть компас на позначену точку, повторюйте, рухаючись навколо магніту, доки не отримаєте зображення ліній магнітного поля.
7. Ви можете зафіксувати це поле, намалювавши його силові лінії. Відстань між лініями вказує на напруженість поля: чим ближче лінії, тим сильніше поле. Стрілки на лініях поля показують напрям, у якому вказував компас. Лінії поля завжди йдуть з півночі на південь.



Магнітне поле

Земля є великим постійним магнітом. Підтримання магнітного поля забезпечується обертанням Землі та наявністю насиченої залізом рідкої маси в її центрі. Основний геомагнітний потік іде від Південної півкулі до Північної. Магнітне поле Землі утворює магнітосферу, яка тягнеться на 70–80 тисяч км у напрямку Сонця та захищає Землю від шкідливого впливу заряджених частинок і космічних променів, а також впливає на погоду.

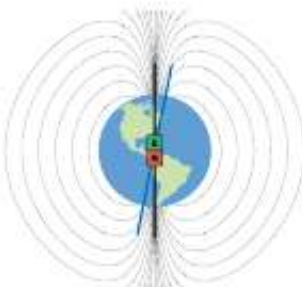


Рис. 10.8. Силові лінії магнітного поля Землі

Географічний полюс — це точки на поверхні Землі, через які проходить її уявна вісь обертання. Існують північний і південний полюси, вони ніколи не змінюють свого положення, на відміну від магнітних полюсів. Південний магнітний полюс Землі розташований на відстані 2100 км від Північного географічного полюса. На рис. 10.8 схематично зображено магнітні лінії поля Землі.

Як видно з малюнка, поблизу Північного географічного полюса розташований Південний магнітний полюс, у який входять лінії.





Рис. 10.9. Зміщення південного магнітного полюса Землі

На земній поверхні зустрічаються місця, у яких дія магнітного поля помітно відрізняється від сусідніх. Такі області називаються областями магнітних аномалій. Причиною магнітних аномалій, як правило, є неглибокі підземні поклади магнітної залізної руди. Вивчення магнітних аномалій може надати цінну інформацію про обсяг і розташування цих покладів. Багаті поклади магнітного залізняка в Україні знаходяться в Дніпропетровській та Запорізькій областях.

Сильні збурення магнітного поля Землі, що тривають від одного до кількох днів, називають **магнітними бурями**. Їх спричиняють потужні спалахи на Сонці, що збільшують сонячний вітер і супротив земного магнітного поля, призводячи до магнітних бур. Частинки сонячного вітру, пролітаючи біля Землі, створюють додаткові магнітні поля.



Рис. 10.10. Поклади магнетиту на території України



Попрактикуйтеся

4

Об'єднайтеся в пари та знайдіть інформацію про величину магнітних полів на різних планетах Сонячної системи. Поміркуйте для кожної планети, чи зможе звичайний компас працювати ефективно при відомій силі магнітного поля і які альтернативні методи орієнтування можна використовувати. Обговоріть свої знахідки та підготуйте короткий звіт про результати вашого дослідження для кожної планети.

5

Яким вимогам має відповідати матеріал, що використовують для будівництва науково-дослідних кораблів, на яких науковці вивчають магнітне поле Землі?



Наука в гії. Використання магнітного поля в медицині

У медицині МРТ-сканери (рис. 10.11) широко використовуються для діагностики. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) є потужним інструментом, який дає змогу отримувати зображення внутрішніх органів. Під час МРТ пацієнт поміщається у потужне магнітне поле, створене електромагнітом, де атоми тіла вирівнюються з полем.



Рис. 10.11. МРТ-сканер



Завдяки цьому методу можна виявляти пошкодження тканин, захворювання мозку, певні види раку, хвороби серця та кісткових суглобів. Використовуючи лише магнітне поле, МРТ є набагато безпечнішим порівняно з рентгенівськими методами, дає змогу одночасно візуалізувати як тканини, так і кістки. Перспективи розвитку МРТ-апаратів включають інтеграцію з іншими технологіями, як-от обробка даних та штучний інтелект. Це може сприяти більш точним і ефективним результатам у медичній діагностиці та лікуванні в майбутньому.



Підсумки

- Тіла, які мають магнітні властивості, називаються магнітами.
- Полюси магніту — це ділянки, які найсильніше притягують різні залізні предмети. Магніт має два полюси: північний і південний.
- Однорідні полюси магнітів відштовхуються, а різноіменні — притягуються.
- Умовні лінії, вздовж яких у магнітному полі орієнтуються осі маленьких магнітних стрілок, називаються лініями магнітного поля.



Ключові поняття

Магніт, північний та південний полюс, лінії магнітного поля.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу розрізняти магнітні та немагнітні матеріали.
- ☒ Я можу визначити полюси магніту.
- ☒ Я можу намалювати лінії магнітного поля.





Електромагніти

**Будете
навчатися:**

- визначати напрямок магнітного поля навколо провідника зі струмом;
- визначати магнітні полюси котушки зі струмом;
- розуміти, як працює електромагніт;
- виготовляти найпростіші електромагніти.



Дослід Ерстеда

Ще вчені Давньої Греції висловлювали припущення, що магнітні й електричні явища якимось чином пов'язані між собою, проте з'ясувати цей зв'язок удалося лише на початку XIX ст. 15 лютого 1820 року датський фізик Г. Ерстед демонстрував студентам дослід із нагріванням провідника електричним струмом.



Рис. 10.12. Датський фізик Г. Ерстед (14.08.1777 – 9.03.1851)



Рис. 10.13. Схема дослідів Ерстеда

У процесі дослідів вчений помітив, що під час проходження струму магнітна стрілка, розташована поблизу провідника, відхиляється від напрямку «північ — південь» і встановлюється перпендикулярно до провідника (рис. 10.13). Щойно струм припинявся, стрілка поверталася в початкове положення. Так було з'ясовано, що електричний струм чинить певну магнітну дію.



Магнітне поле прямого проводу зі струмом

Силкові лінії магнітного поля є уявними лініями, і тому побачити їх безпосередньо не можна. Дрібні залізні ошурки намагнічуються в магнітному полі, перетворюючись на маленькі магнітні стрілки. А ці малюсінькі стрілки орієнтуються вздовж ліній магнітної індукції. За допомогою залізних ошурок можна виявити основні особливості магнітного поля, що створюється провідником зі струмом.



Рис. 10.14. Магнітне поле провідника зі струмом



Рис. 10.15. Стрілки компаса орієнтуються вздовж ліній магнітного поля

Напрямок силових ліній магнітного поля можна визначити за допомогою правила магнітної індукції, яке ще називають **правилом правої руки**: якщо правою рукою «обхопити» провідник так, щоб великий палець був спрямований у напрямку струму, то чотири пальці покажуть напрямок силових ліній магнітного поля.



Спостерігаємо, що поблизу провідника ошурки утворюють силові лінії магнітного поля, які мають вигляд концентричних кіл (рис. 10.14). Якщо замість ошурок помістити кілька маленьких магнітних стрілок, то вони розташуються вздовж уявних кіл (рис. 10.15). **Лінії магнітного поля струму** — це замкнені лінії, які оточують провідник зі струмом.



Попрактикуйтеся

1

Як дослідним шляхом показати, що напрямок силових ліній магнітного поля пов'язаний з напрямком струму?

2

На затискачах акумулятора не виявилось позначок про те, який з них «плюсовий», а який — «мінусовий». Чи можна визначити полюси, маючи компас?



Магнітне поле котушки зі струмом

Магнітне поле окремого прямолінійного провідника, або витка зі струмом, незначне. Більш потужне магнітне поле має котушка зі струмом, яка складається з великої кількості витків дроту, намотаного на каркас з ізоляційного матеріалу (рис. 10.16). Магнітне поле окремих витків взаємно підсилюється, і його дія виявляється значно сильнішою.

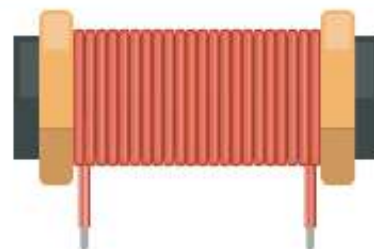


Рис. 10.16. Котушка зі струмом

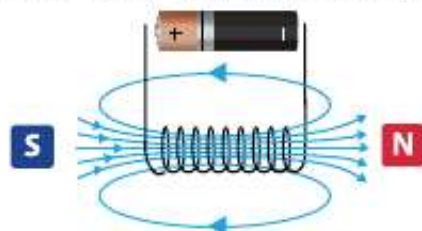
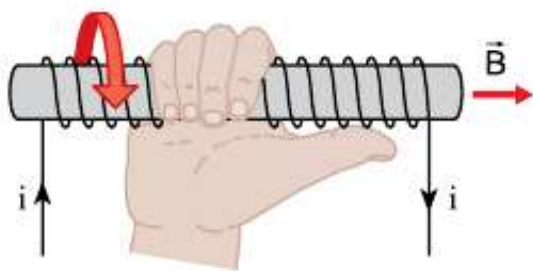


Рис. 10.17. Магнітне поле котушки зі струмом

Отже, навколо котушки зі струмом існує магнітне поле, лінії якого є замкнутими кривими (рис. 10.17). Поза котушкою силові лінії спрямовані від її північного полюса до південного. Полюси магнітного поля котушки зі струмом можна визначити за допомогою магнітної стрілки, або знаючи напрямок струму у витках котушки.





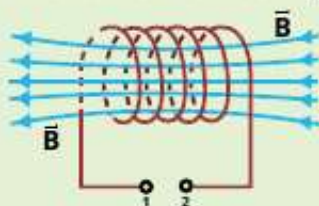
Полюси котушки розташовані на її торцях, і їх легко визначити за допомогою **правила правої руки**. А саме: якщо правою рукою «обхопити» котушку зі струмом, розташувавши чотири пальці у напрямку струму, то відігнутий великий палець покаже напрямок силових ліній у середині котушки.



Попрактикуйтеся

3

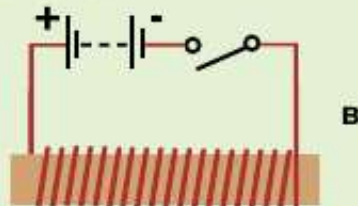
Визначте полюси джерел струму до рисунків а та б.



а



б



4

Намалюйте силові лінії магнітного поля котушки зі струмом на рисунку в. Визначте їх напрямок.



Електромагніт

Електромагніт — це пристрій, який створює магнітне поле під час проходження електричного струму. Він складається з котушки та осердя, набуваючи властивостей магніту під час проходження струму крізь котушку. Котушку електромагнітів виготовляють з ізольованого алюмінієвого або мідного дроту.

Осердя виготовляють зі сталі, чавуну, або залізовмісних сплавів. Матеріал, з якого виготовлено осердя, може впливати на силу електромагніту. Електромагніти відрізняються від постійних магнітів тим, що їх можна вмикати та вимикати, а також регулювати силу магнітного поля.



Рис. 10.18. Електромагніт



Попрактикуйтеся

5

Опишіть, чим електромагніт відрізняється від постійного магніту.

6

Дмитру потрібно вибрати осердя для електромагніту. У нього є залізо, мідь, пластик і дерево. Який матеріал ви б порекомендували? Чому?

7

Поясніть, у чому полягає перевага можливості змінювати силу електромагніту.



Попрактикуйтеся

8

Запропонуйте способи підсилення магнітної дії котушки зі струмом.

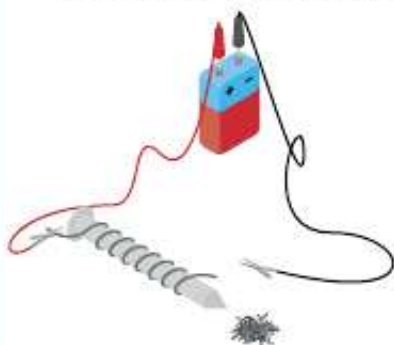


Завдання 10.2. Складання електромагніту

Складання електромагніту та керування його силою.

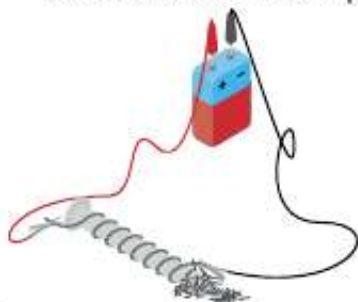
Ви виготовите електромагніт і дослідите різні фактори, які впливають на силу електромагніту. Під час виконання роботи притримуйтесь правил безпечної поведінки.

1. Збираючи електромагніт, використовуйте дроти з міцною ізоляцією без видимих ушкоджень.
2. Джерело струму до електромагніту підключайте в останню чергу. Зібраний електромагніт умикати тільки після перевірки і з дозволу вчителя.



Дослід 1

1. Об'єднайтеся в пари та розгляньте схему найпростішого електромагніту.
2. Поміркуйте, які прилади вам знадобляться, та підготуйте їх.
3. Пригадайте, від яких факторів залежить сила електромагніту, та продумайте, як ви можете змінювати ці фактори.
4. Дотримуючись правил безпечної поведінки, сконструйте електромагніт, намотавши дріт на сталевий цвях або прут. Під'єднайте його до джерела струму.
5. Перевірте силу електромагніту без струму. Скільки скріпок ви зможете підняти без струму?
6. Поступово збільшуйте силу струму в котушці та перевіряйте силу електромагніту, підраховуючи кількість скріпок, які можна підняти. Запишіть свої результати в таблицю.



Дослід 2

7. Увімкніть струм і збільшіть кількість витків у котушці. Обговоріть з партнером, що, на вашу думку, відбудеться, коли струм буде увімкнено. Повторіть пункти 5–6, використовуючи більшу кількість витків дроту.





Використання електромагніту

Електромагніт — одна з основних складових багатьох технічних пристроїв, як-от: дзвоники, електричні телеграфи, телефони, мікрофони та електромагнітні реле. Електромагнітами також оснащують піднімальні крани для переміщення сталевих деталей і залізного брухту (рис. 10.19). Електромагнітний підйомний кран використовується для навантаження та розвантаження металобрухту. Його перевага полягає в тому, що він не потребує жодних кріплень для вантажу. Машиніст крана розміщує електромагніт поблизу металобрухту, вмикає струм в обмотці і підбирає його. Після вимкнення струму металобрухт відпадає від сердечника.



Рис. 10.19. Електромагніт піднімального крана



Рис. 10.20. Електромагнітне реле

Терміном «реле» позначають багато пристроїв, що дають змогу за допомогою слабких струмів керувати роботою потужних пристроїв. До складу будь-якого електромагнітного реле входить електромагніт і контакти, що замикаються чи розмикаються під час руху якоря — залізної пластинки, що притягується до електромагніту (рис. 10.20).



Попрактикуйтеся

9

Електромагніт є складовою підйомного крана, і його дія заснована на використанні електричного струму для створення магнітного поля. Іноді після вимкнення струму деякі предмети залишаються притягнутими до електромагніту. Поміркуйте, чому це відбувається та які дії ви запропонували б виконати, щоб ці предмети відпали.

10

Запропонуйте, як можна регулювати піднімальну силу електромагніта, що використовується в підйомному крані.



Наука в гії. Потяги на магнітній подушці

Маглев — це потяг, який рухається та керується магнітними силами, завдяки магнітній підвісці (рис. 10.21). Великі магніти встановлені на потягах і коліях.



Рис. 10.21. Потяг на магнітній підвісці

Принцип дії маглевів базується на відштовхуванні однойменних магнітних полюсів, що дає змогу потягу левітувати. Притягування різнополярних магнітів забезпечує його рух уперед. Для підтримання потягу у повітрі та досягнення високих швидкостей необхідне потужне магнітне поле, що ускладнює будівництво шляхів через використання важких магнітів.

Маглеви вже успішно експлуатуються в таких країнах, як Китай, Південна Корея та Японія. Система магнітної левітації піднімає потяг над рейками та рухає його вперед. Потяг левітує на висоті 5 см над коліями і рухається на повітряній подушці. Завдяки високій швидкості маглеви можуть конкурувати з авіацією на коротких відстанях. Українські вчені також вивчають цю технологію з метою її впровадження у метрополітенах.



Підсумки

- ✎ Лінії магнітного поля струму — це замкнені лінії, які оточують провідник зі струмом.
- ✎ Котушка зі струмом складається з великої кількості витків дроту, намотаного на каркас з ізоляційного матеріалу.
- ✎ Електромагніт — пристрій, що створює магнітне поле під час проходження електричного струму.



Ключові поняття

Магнітне поле провідника зі струмом, електромагніт.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу визначати напрямок магнітного поля навколо провідника зі струмом.
- ☒ Я можу визначити магнітні полюси електромагніту.
- ☒ Я можу скласти найпростіший електромагніт.



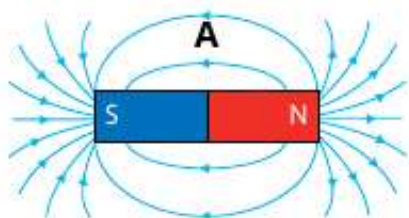
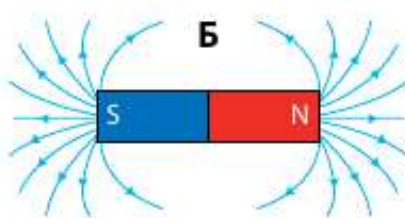
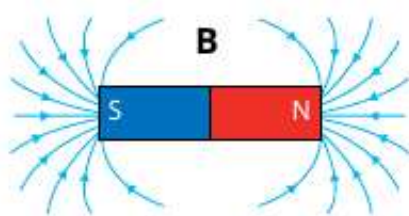
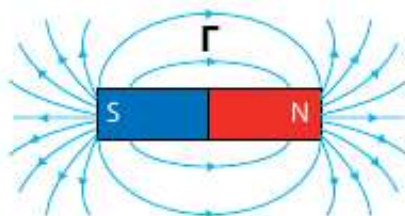
Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Виберіть правильні твердження.

- А** Магнітна дія постійного магніту є різною на різних ділянках його поверхні.
- Б** Магнітне поле є найсильнішим біля полюсів.
- В** Якщо потерти магніт шовковою тканиною, він наелектризується.
- Г** Різнойменні полюси магнітів притягуються.
- Ґ** Якщо розпиляти смуговий магніт, то утворяться два маленькі магніти, один із яких матиме тільки північний полюс, інший — тільки південний.

2. На якому малюнку правильно зображені силові лінії поля навколо стрижневого магніту?

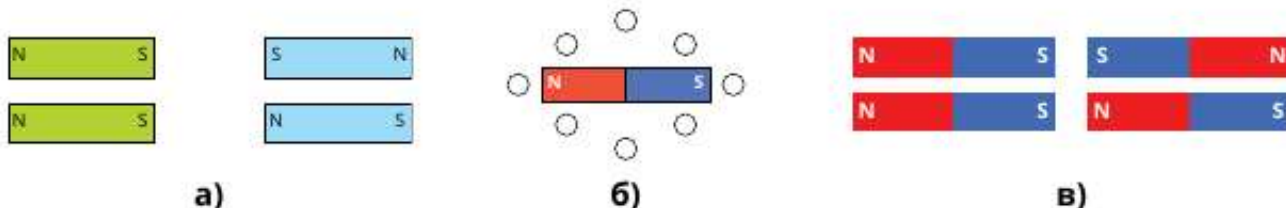


3. Як розміщені магнітні полюси Землі відносно географічних полюсів?

- А** поблизу північного географічного полюса знаходиться північний магнітний полюс;
- Б** розміщення залежить від сонячної активності;
- В** поблизу північного географічного полюса знаходиться південний магнітний полюс;
- Г** розміщення змінюється залежно від пори року.

II. Здійснюю пошук та опрацювану інформацію

- Скопіюйте діаграми **а)** в зошит та позначте стрілкою напрямок руху синього магніту.
- Скопіюйте схему **б)** в зошит. Додайте стрілки до компасів, щоб показати як вони орієнтовані.
- Скопіюйте схеми **в)** в зошит. Зобразіть поля навколо магнітів.



III. Проводжу дослідження природи

- На рис. 10.22 у розрізі зображено магнітний сепаратор, який використовують для очищення зерна від насіння бур'янів. До зерна додають дрібні залізні ошурки, які не прилипають до зерна, але прилипають до насіння бур'янів. Розгляньте малюнок і поясніть принцип роботи сепаратора.
- Розгляньте схему електричного дзвоника (рис. 10.23) та поясніть принцип його роботи.
- Які з наведених нижче сумішей можна розділити за допомогою магніту і чому?
 - Залізо та нікель
 - Сталь і пластик
 - Дерево та мідь
- Складіть інструкцію, як перетворити сталеву голку на постійний магніт. Виконайте дослідження за наведеним планом.

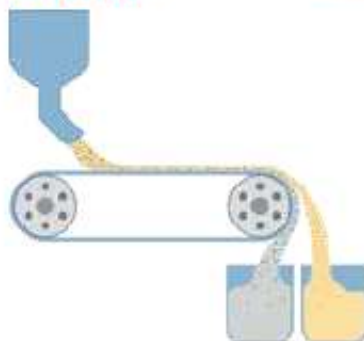


Рис. 10.22. Схема магнітного сепаратора

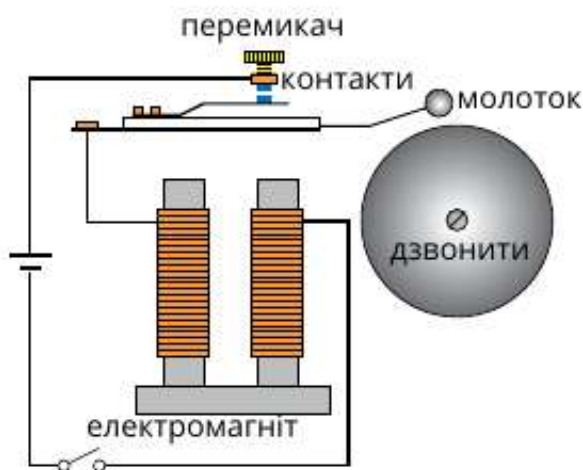


Рис. 10.23. Схема електричного дзвоника

11

Розділ 11. Дослідження кліматичних змін

Кліматичні зміни, які ми спостерігаємо щодня і які щороку стають дедалі помітнішими, потребують пояснення з наукової точки зору. Подібні процеси вже відбувалися в минулому, але сучасний етап зміни клімату має свої особливості, які будуть розглядатися у цьому розділі.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- як розрізнити клімат та погоду;
- що таке кліматичне районування;
- у чому полягають відмінності між льодовиковими та міжльодовиковими періодами;
- про важливість відповідальної екологічної поведінки;
- про особливості глобального потепління.

У цьому розділі ви навчитеся:

- орієнтуватися в кліматичних ресурсах;
- розрізняти природні зміни клімату Землі;
- аналізувати газовий склад атмосфери;
- пояснювати небезпечність парникового ефекту;
- досліджувати вплив діяльності людини на атмосферу, гідросферу та літосферу.



rnk.com.ua/108809

**Будете
навчатися:**

- пояснювати відмінності між кліматом і погодою;
- аналізувати кліматичні дані та прогнозувати можливі зміни клімату;
- розрізняти природні зміни клімату Землі;
- усвідомлювати принципи кліматичного районування;
- розуміти особливості льодовикових та міжльодовикових періодів.

**Клімат та погода**

Погода — це стан нижнього шару атмосфери на певній території Землі у той чи інший проміжок часу. Вона характеризується такими параметрами, як-от: температура повітря, атмосферний тиск, вологість повітря, хмарність, опади, швидкість і напрямок вітру. Погода змінюється під впливом добового та річного обертання Землі, також впливає перенесення повітряних мас.

Клімат — це багаторічний режим погоди (рис. 11.1). На відміну від погоди, яка може змінюватися щогодини і визначає атмосферні умови в конкретному місці, клімат охоплює великі території і впливає на стан атмосфери планети. Він формується під впливом таких факторів як-от: сонячна енергія, циркуляція атмосфери, характер підстильної поверхні й залишається відносно стабільним, зберігаючи середні значення температури, опадів, вологості, атмосферного тиску та режиму вітрів.



Рис. 11.1. Типи клімату, характерні для різних широт

**Попрактикуйтеся****1**

Поясніть, яка різниця між поняттям клімат та погода. Які чинники впливають на їх формування?

2

За допомогою інтернет-джерел проаналізуйте кліматичні дані за останній рік в 4-х містах України (Ужгород, Чернігів, Луганськ, АР Крим) та зазначте, які показники характерні для цих міст, що спільного та відмінного між ними. В парах обговоріть, що вплинуло на їхній клімат.





Природні зміни клімату Землі

Клімат на Землі може змінюватися під впливом різних факторів, як природних, так і антропогенних. **Природні зміни клімату** відбуваються через різноманітні процеси, які включають зміни в орбітальному русі Землі, вулканічну діяльність, коливання сонячної активності, зміни в океанічних течіях та серйозні кліматичні події, зокрема урагани в США, мусони та тайфуни в Азії тощо. Ці фактори можуть спричиняти значні, але повільні зміни клімату на глобальному рівні.



Рис. 11.2. Викиди забруднювальних речовин і спалювання відходів сприяють змінам клімату

Антропогенні зміни клімату — це результат діяльності людини, яка впливає на природні процеси: спалювання викопних палив, вирубування лісів, сільськогосподарська діяльність та індустріалізація (рис. 11.2). Ці процеси збільшують концентрацію парникових газів в атмосфері, що утримує тепло і прискорює глобальні зміни клімату.



Наука в дії. Вплив діяльності людини на природні процеси

Після початку промислової революції людина активно впливає на зміну клімату на Землі, особливо під час спалювання викопного палива, як-от вугілля, торф та ін. Рис. 11.3 показує Бурштинську ТЕС на Івано-Франківщині, яка була найбільшою електростанцією-забруднювачем в Європі.

22.03.2024 ТЕС постраждала від російського обстрілу, відновленню не підлягає. За даними дослідження британського аналітичного центру Ember у 2021 році, електростанція посідала перше місце за обсягами викидів сульфур(IV) оксиду серед вугільних електростанцій. Побудована в 1964 році, Бурштинська ТЕС також була однією з найстаріших з-поміж найбільш забруднювальних електростанцій у Європі.



Рис. 11.3. Бурштинська ТЕС



Бурштинська ТЕС не єдина така електростанція. Наприклад, Еском у Південно-Африканській Республіці та деякі електростанції в Індії, Китаї та інших країнах також через спалювання вугілля значно впливають на зміну клімату та якість повітря у відповідних регіонах.

Унаслідок взаємодії природних та антропогенних процесів середня температура на Землі підвищилася від $+14^{\circ}\text{C}$ до майже $+16^{\circ}\text{C}$ в дво-метровому приповерхневому шарі повітря. Це спричинило не лише підвищення температури, але й зміни в режимі опадів, розподілі природних зон, а також зменшення площі льодовиків і підвищення рівня Світового океану. Така динаміка є результатом накопичення парникових газів, зокрема вуглекислого газу, метану та оксидів Нітрогену, які сприяють ефекту парникового утримання тепла в атмосфері, що, у свою чергу, призводить до глобальних кліматичних змін.



Попрактикуйтеся

3

За допомогою інтернет-джерел знайдіть інформацію про те, як можуть впливати на зміни клімату урагани, циклони, землетруси. Які наслідки виникають у результаті їхньої діяльності?

4

Знайдіть в інтернеті інформацію про кліматичні рекорди світу та України за останні 10 років. Які тенденції можна помітити у зміні клімату? Обговоріть, які наслідки це може мати для природного середовища та суспільства.



Завдання 11.1. Циклічність льодовикових періодів

Об'єднайтеся у групи та проведіть дослідження.

- 1-ша група. Визначте та опишіть основні льодовикові періоди в історії Землі. Поясніть, як змінювався клімат між цими періодами.
- 2-га група. Дослідіть гіпотези про можливий наступний льодовиковий період. Визначте чинники, які можуть його спричинити. Спрогнозуйте те, як він вплине на життя людей та екосистему.



Кліматичні ресурси

Кліматичні ресурси — невичерпні природні елементи, як-от: сонячна енергія, атмосферна волога та енергія вітру, які постійно відновлюються. Сонце, що існувало мільярди років, продовжує постачати тепло Землі, тоді як вітри виникають унаслідок різниці в атмосферному тиску, спричиненої нерівномірним розподілом тепла на поверхні Землі. Проте **вода** є найбільш вразливим кліматичним ресурсом.





Рис. 11.4. Забруднення океанів: наслідки людської діяльності, які потребують термінового розв'язання

Якість прісної води погіршується, особливо в країнах, що розвиваються, де забруднення від промислових відходів, сільськогосподарських добрив і океанів, зокрема, через «смітєві острови» в Тихому океані, спричиняє серйозні екологічні проблеми (рис. 11.4).

Вичерпання артезіанських вод через малопродумані сільськогосподарські проекти, як наприклад, у Лівії та Саудівській Аравії призводить до значного спустошення запасів підземних вод (рис. 11.5).



Рис. 11.5. Зрошувальні сільськогосподарські проекти в Саудівській Аравії та Лівії

Причиною спустошення є тривалість оновлення води в різних природних резервуарах. Правильне управління водними ресурсами, збереження якості води можуть суттєво поліпшити ситуацію. Водні об'єкти можуть змінювати температурні коливання, вологість повітря та інші метеорологічні фактори, що підкреслює важливість збереження водних ресурсів для стабільності кліматичних умов.



Рис. 11.6. Вітрогенератори вздовж північних берегів озера Сиваш на Херсонщині

Вітрові ресурси планети, які також є кліматичними, становлять важливе джерело відновлювальної енергії. Сучасні вітрові турбіни можуть генерувати значну кількість електроенергії навіть за низьких швидкостей вітру, що робить їх екологічно чистим та економічно вигідним варіантом для зниження викидів парникових газів (рис. 11.6).

Прикладом активного використання вітрових ресурсів є Данія, де використання вітрової енергії становить близько 47 % від загального споживання електрики.

Сонячна енергія, особливо в південних регіонах, може стати основою для розвитку відновлюваної енергетики, зменшуючи залежність від викопного палива (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Сонячні панелі на півдні України



Попрактикуйтеся

5

Які наслідки зниження якості води у світі для змін клімату? Проаналізуйте вплив забруднення води на кліматичні умови та екологічні виклики, які це створює для природного середовища та суспільства.



Кліматичне районування

Кліматичні ресурси мають значний вплив на формування клімату та погоди в різних регіонах Землі.

■ Екваторіальний

■ Субекваторіальний

■ Тропічний

■ Субтропічний

■ Помірний

■ Субполярний

■ Полярний



Рис. 11.8. Карта кліматичних поясів

Згідно цього було виділено 13 кліматичних поясів (7 основних та 6 перехідних) які розміщуються зонально й повторюються від екватора до полюсів (рис. 11.8). Вони формуються під впливом сонячної радіації, атмосферної циркуляції та особливостей земної поверхні. До основних кліматичних поясів належать: екваторіальний, 2 тропічні, 2 помірні, 2 полярні. Вони мають один тип повітряних мас, що переважає протягом року. Наприклад: екваторіальний пояс найспекотніший і найвологіший пояс на Землі, немає сезонних змін температури та вологості. Тоді як помірний пояс має чітку зміну пір року, відносно комфортний клімат для життя.



Перехідні пояси у своїх назвах мають префікс **суб**. Вони відрізняються від основних тим, що тип повітряних мас змінюється за сезонами, надходячи з сусідніх основних поясів. До них належить 2 субекваторіальні, 2 субтропічні, 2 субполярні (субарктичний та субантарктичний). Наприклад субтропічний пояс має спекотне та сухе літо (панують тропічні повітряні маси) та м'яку, дощову зиму (панують помірні повітряні маси). Для субполярних поясів характерні коротке та прохолодне літо (панують помірні повітряні маси) та довга й холодна зима (панують полярні повітряні маси).





Попрактикуйтеся

6

Об'єднайтеся в групи та за допомогою інших джерел інформації розробіть рекомендації для туристичної поїздки до країн, які знаходяться в різних кліматичних поясах.



Завдання 11.2. Дослідження кліматичних умов в різних регіонах



1. Оберіть два регіони Землі з різними кліматичними умовами.
2. Знайдіть географічне положення кожного регіону на карті.
3. Визначте основні характеристики клімату кожного регіону (середньорічна температура, кількість опадів, характерні опади).
4. Знайдіть інформацію про рельєф, рослинність, тваринний світ.
5. Використовуючи онлайн-ресурси, знайдіть актуальні погодні умови в обраних регіонах.
6. Дослідіть причини формування такого клімату в кожному регіоні (вплив океанічних течій, атмосферної циркуляції, рельєфу, сонячної енергії). Заповніть таблицю.
7. Сформулюйте висновок щодо впливу клімату на життя рослин і тварин, а також на життя людей. Включіть можливі наслідки зміни клімату для кожного обраного регіону.



Підсумки

- Клімат — багаторічний режим погоди.
- Погода — стан нижнього шару атмосфери на певній території Землі у певний проміжок часу.
- Кліматичні ресурси — невичерпні природні елементи, такі як сонячна енергія, атмосферна волога та енергія вітру.
- Кліматичне районування — це процес поділу території на різні кліматичні райони або зони на основі характеристик клімату.



Ключові поняття

Клімат, погода, температура, районування, потепління, кліматичні зміни.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу порівняти, розрізняти поняття «погода» та «клімат».
- ☒ Я можу пояснити різницю між природними та антропогенними змінами клімату.
- ☒ Я можу пояснити принцип кліматичного районування Землі.

**Будете
навчатися:**

- розуміти особливості газового складу атмосфери;
- оцінювати небезпечність парникового ефекту;
- розрізняти парникові гази;
- аналізувати вплив діяльності людини на атмосферу, гідросферу та літосферу;
- пояснювати особливості глобальної зміни клімату.

**Зміни газового складу атмосфери**

Атмосфера — це газова оболонка Землі. Вона не лише захищає планету від шкідливого космічного випромінювання, але й забезпечує умови для існування життя на Землі завдяки спеціальній суміші газів у повітрі (рис. 11.9).

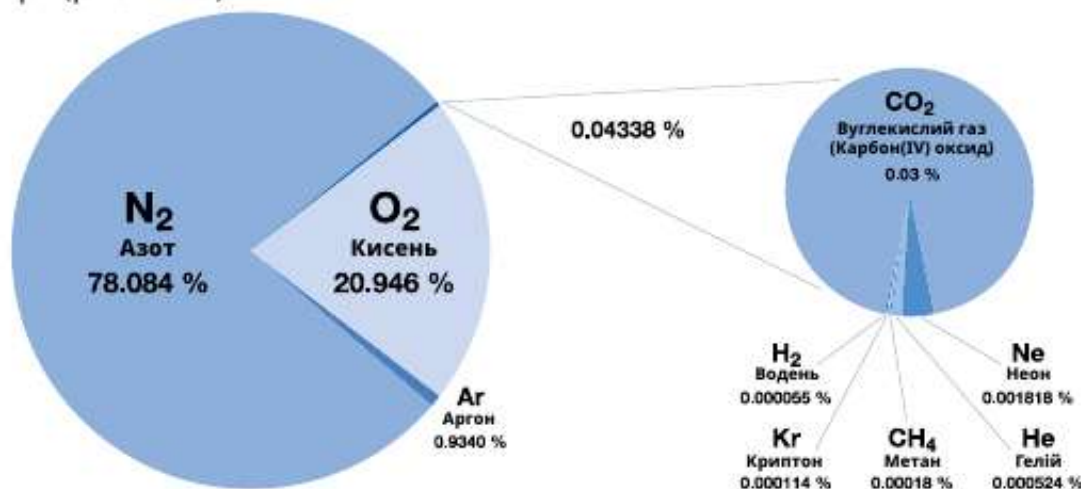


Рис. 11.9. Детальний склад атмосфери



Рис. 11.10. Вулканічна активність в умовах первинної атмосфери

У минулому структура атмосфери не завжди була такою, як в наш час. Уважається, що первинна атмосфера сформувалася з газів, які утворювалися в результаті активної вулканічної діяльності. Основними газами були: вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), аміак (NH_3) та водяна пара (H_2O), а також безліч інших летких речовин, пов'язаних з вулканічними процесами (рис. 11.10). На первинну оболонку Землі постійно впливала сонячна радіація.



Приблизно 3 мільярди років тому, коли зародилося життя на Землі, почався наступний етап трансформації складу атмосфери. Все розпочалося з появи перших живих організмів, як-от: ціанобактерії та водорості, які освоїли фотосинтез — процес, під час якого, використовуючи сонячну енергію, вони перетворювали вуглекислий газ і воду на органічні речовини (глюкозу) та кисень (рис. 11.11).



Рис. 11.11. Схема фотосинтезу

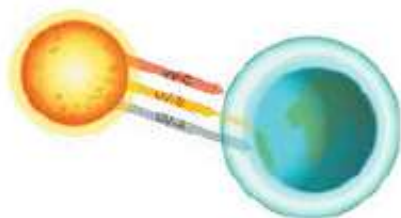


Рис. 11.12. Озоновий шар

Окрім живих організмів, на склад атмосфери продовжували впливати й геологічні процеси, змінюючи баланс і розподіл газів у ній, а також клімат планети.

На сьогоднішній день уміст кисню за об'ємом в атмосфері стабілізувався на рівні 21 %, азоту (N_2) — 78 %, інших газів — приблизно 1 %, серед них вуглекислого газу (CO_2) — 0,03 %. Цей баланс є досить крихким, тому антропогенний тиск у вигляді забруднення атмосфери стає глобальним викликом для людства. Змінити ситуацію можливо лише за участі всіх держав і впровадження глобального, усвідомленого та екологічно правильного ставлення людей до навколишнього середовища.



Попрактикуйтеся

- 1 Проведіть невелике дослідження, за допомогою додаткових джерел інформації, про фотосинтез. Які рослини найбільш ефективно засвоюють вуглекислий газ, як це впливає на навколишнє середовище? Підготуйте коротку презентацію з висновками.
- 2 Подумайте, чи можливе життя на Землі без озонового шару.
- 3 Об'єднайтеся у групи та обговоріть, як антропогенний вплив змінює баланс газів в атмосфері. Які дії можна вжити, щоб зменшити цей вплив? Презентуйте свої ідеї класу.



Парниковий ефект

Парниковий ефект — природний процес, який підтримує на Землі температуру, придатну для життя, завдяки накопиченню парникових газів, що затримують тепло. Проте з початком промислової революції та інтенсивним використанням викопного палива його масштаби стали небезпечними (рис. 11.13).

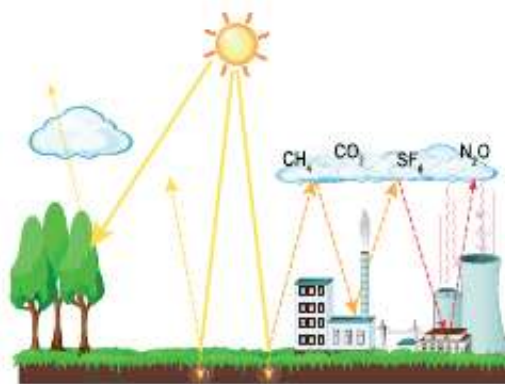


Рис. 11.13. Як працює парниковий ефект

Зростання викидів вуглекислого газу (CO_2), метану та інших парникових газів призводить до підвищення середньої температури повітря, що має серйозні наслідки для клімату, екосистем і благополуччя людства. Основні причини посилення парникового ефекту — викиди від спалювання викопного палива, вирубування лісів, тваринництво, промислові виробництва (рис. 11.14).



Рис. 11.14. Головні причини посилення парникового ефекту на планеті

Головним наслідком парникового ефекту є підвищення середньої температури на Землі, що спричиняє танення льодовиків, підвищення рівня Світового океану та збільшення екстремальних погодних явищ, як-от посухи та повені (рис. 11.15). Частота екстремальних погодних явищ зростає, особливо в Європі, де в 2024 році відбулися катастрофічні повені.

Для боротьби з парниковим ефектом необхідно зменшити викиди парникових газів шляхом збільшення частки застосування відновлювальних джерел енергії, упровадження екологічного транспорту.





Рис. 11.15. Наслідки парникового ефекту

Це також захистить ліси та зменшить їх вирубування. Міжнародна співпраця відіграє ключову роль у впровадженні ефективних заходів (рис. 11.16).



Рис. 11.16. Заходи захисту навколишнього середовища



Попрактикуйтеся

4

Які регіони України мають найбільшу концентрацію забруднювальних підприємств?

5

Скориставшись додатковими джерелами інформації, дізнайтеся, в яких областях України активно вирубують ліси. Проаналізуйте причини та наслідки цього процесу. Які заходи вживаються для відновлення лісів?



Парникові гази

Парникові гази — це гази, наявні в атмосфері і здатні поглинати та утримувати теплове випромінювання Землі. Основними природними парниковими газами є вуглекислий газ (CO_2), метан (CH_4), та водяна пара (H_2O). Вони відіграють важливу роль на нашій планеті — створення парникового ефекту, оскільки утримують тепло, яке інакше втрачалося б у космос (рис. 11.17), заважаючи надмірно перегріватися вдень та надмірно охолоджуватися вночі.



Рис. 11.18. Викиди вуглекислого газу CO_2

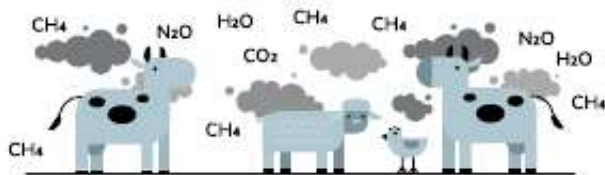


Рис. 11.19. Викиди вуглекислого газу, метану, води в сільському господарстві

Нітроген(I) оксид також є важливим парниковим газом. Він з'являється внаслідок використання добрив у сільському господарстві, а також від спалювання палива. Цей газ затримує тепло в атмосфері у 298 разів ефективніше за CO_2 . **Водяна пара** є парниковим газом, який відіграє ключову роль у регулюванні температури Землі. Вона утримує тепло в атмосфері, підсилюючи парниковий ефект.

Отже на вміст та концентрацію парникових газів в повітрі впливають однаково як природні процеси, так і діяльність людини, які в комплексному співвідношенні впливають на темпи глобального потепління.



Рис. 11.17. Основні парникові гази

Вуглекислий газ — це найпоширеніший парниковий газ. Він є природним компонентом атмосфери Землі та утворюється в результаті дихання живих організмів, згоряння палива, гниття органічних речовин та інших природних і промислових процесів.

Метан — ще один парниковий газ. Він утворюється унаслідок життєдіяльності сільськогосподарських тварин, під час розкладання органічних відходів на сміттєзвалищах, він також є природним учасником геологічних процесів, розкладу біологічних тканин, біохімічних процесів болота тощо. Цей газ затримує в атмосфері в 25 разів більше тепла, ніж вуглекислий (рис. 11.19).



Унаслідок антропогенної діяльності найбільшу частку викидів парникових газів забезпечують промисловість (31 %) та виробництво електричної енергії (27 %).



Рис. 11.20. Внесок людини в утворення парникових газів: відсоткове співвідношення за секторами

Україна, як правова держава і частина західної цивілізації брала участь у кліматичній конференції ООН у Глазго (Шотландія) в 2021 р. і взяла на себе зобов'язання зменшити викиди парникових газів, зокрема шляхом кардинального скорочення використання вугілля в промисловості. Однак, найбільший внесок у глобальне потепління здійснюють регіони та країни з великою кількістю населення та значним промисловим потенціалом.



Попрактикуйтеся

6

Об'єднатеся в групи та проаналізуйте зобов'язання України та їхній потенційний вплив на глобальну екологічну ситуацію в контексті дій інших країн. Які кроки можуть бути вжиті для досягнення поставлених цілей? Для більш детального аналізу скористайтеся додатковими джерелами інформації.

7

Використовуючи підручники, інтернет-ресурси, відеоматеріали в групах, дослідіть, як впливає діяльність людини на зміни в гідросфері, атмосфері та літосфері. Обговоріть у групах.



Глобальне потепління. Глобальна зміна клімату



Рис. 11.21. Кліматичні зміни внаслідок глобального потепління

Глобальне потепління — це процес підвищення середньої температури Землі, зумовлений збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері. Зростання температури призводить до суттєвих змін кліматичних умов, що відчуються на глобальному рівні (рис. 11.21).

Останні роки в Україні спостерігається тенденція до встановлення нових температурних рекордів (рис. 11.22). Це є проявом глобального потепління і має серйозні наслідки для навколишнього середовища та життя людей. Зміна клімату знижує врожайність сільськогосподарських культур, сприяє поширенню шкідників і хвороб рослин. Біорізноманіття зазнає загрози, оскільки багато видів не встигають адаптуватися до нових умов.



Рис. 11.22. Кліматичні зміни порушують баланс екосистем, впливаючи на життя людей та природи



Наука в дії. Вплив глобального потепління на клімат

Зміна клімату демонструє свою різнобічність через зростання частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ. Наприклад, якщо в деяких країнах, як-от: ОАЕ, Польща та Чехія, ми спостерігаємо дедалі частіші паводки, то в інших частинах Європи, навпаки, дедалі частіше фіксуються посухи та рекордно низький рівень води у річках (рис. 11.23 та 11.24).



Рис. 11.23. Екстремальні паводки, річка Влтава, Прага, Чехія



Рис. 11.24. Вид на річку Одра у Польщі під час паводку 2024 року

Середня температура двометрового приземного повітряного шару за останні сто років підвищилася з 14 °С до 16 °С. Прогнози науковців на XXI століття свідчать про те, що середня температура може зрости ще на 5 °С. Це призведе до посилення екстремальних погодних явищ, як-от посухи, паводки, урагани, теплові хвилі, а також до значного підвищення рівня моря через танення льодовиків і теплове розширення океанів. Екосистеми зазнають масової загибелі видів, оскільки багато рослин і тварин не зможуть адаптуватися до нових умов, а міграція видів призведе до порушення екологічної рівноваги (рис. 11.35). Ліси постраждають від посух, пожеж і шкідників, що призведе до зменшення їх площі та втрати біорізноманіття.



Для людей це призведе до дефіциту прісної води через зменшення кількості опадів, нестачі продовольства через негативний вплив на сільське господарство, а також міграції населення через підвищення рівня моря і посухи.



Завдання 11.3. Визначення складу атмосфери

Визначення складу атмосфери, дослідження парникового ефекту

1. Використовуючи підручник або інші джерела, складіть таблицю, у якій зазначте основні гази, що становлять атмосферу Землі, та їх приблизний відсотковий вміст.
2. Виділіть основні парникові гази, позначте їх у таблиці іншим кольором.
3. Складіть таблицю, у якій зазначте основні джерела викидів парникових газів (природні та антропогенні).
4. Для кожного газу наведіть конкретні приклади джерел (наприклад, вуглекислий газ — спалювання викопного палива, метан — сільське господарство).



Підсумки

- ✎ Атмосфера — це газова оболонка, яка оточує Землю і складається з повітря.
- ✎ Парниковий ефект — це процес, за якого парникові гази затримують сонячну енергію на поверхні Землі та в атмосфері й перешкоджають її поверненню назад у космос.
- ✎ Парникові гази — це гази, наявні в атмосфері і здатні поглинати та утримувати теплове випромінювання Землі.
- ✎ Глобальне потепління — це процес підвищення середньої температури Землі, зумовлений збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері.



Ключові поняття

Атмосфера, парниковий ефект, парникові гази, глобальне потепління.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу пояснити особливості газового складу атмосфери.
- ☒ Я можу розрізняти основні парникові гази.
- ☒ Я можу пояснити механізм парникового ефекту і його вплив на атмосферу.
- ☒ Я можу встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між діяльністю людей та змінами в атмосфері, гідросфері й літосфері.
- ☒ Я можу пояснити ключові особливості глобальної зміни клімату.

Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Що таке клімат?

- А Середня температура повітря в конкретній місцевості
- Б Система погодних умов у певному регіоні за короткий період
- В Середні метеорологічні умови в певному регіоні протягом тривалого часу
- Г Вплив сонячної активності на погоду



2. Які гази вважають парниковими?

- А Кисень і водень
- Б Вуглекислий газ, метан, водяна пара
- В Азот і аргон
- Г Озон і оксиди Нітрогену

3. Які з наведених факторів впливають на формування кліматичного поясу?

- А Географічне розташування та рельєф
- Б Населення
- В Політичні кордони
- Г Культурні традиції

4. Який із наведених процесів є наслідком глобального потепління?

- А Зменшення площі льодовиків
- Б Зменшення рівня моря
- В Збільшення кількості торф'яних боліт
- Г Збільшення кількості вулканічних вивержень

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

5. Під час екскурсії учні помітили, що в різних регіонах України кліматичні умови значно відрізняються. Які основні фактори впливають на формування клімату в Україні? Наведіть приклади.

6. Використовуючи інформацію з підручників та інтернету, проаналізуйте різні кліматичні зони світу. Оберіть одну країну з екваторіального або тропічного кліматичного поясу та порівняйте її кліматичні особливості з кліматом України. Розгляньте, як природні умови впливають на життя населення в обраних країнах. Зробіть висновки, як різні кліматичні умови вплинули на різноманітність рослин та тварин в обраних країнах.



Характеристика	Україна	Інша країна (на вибір)
Географічне розташування		
Кліматичний пояс		
Температура взимку / влітку		
Переважаючі види опадів		
Опади, мм		
Вітри		
Рельєф		
Рослинний світ		
Тваринний світ		

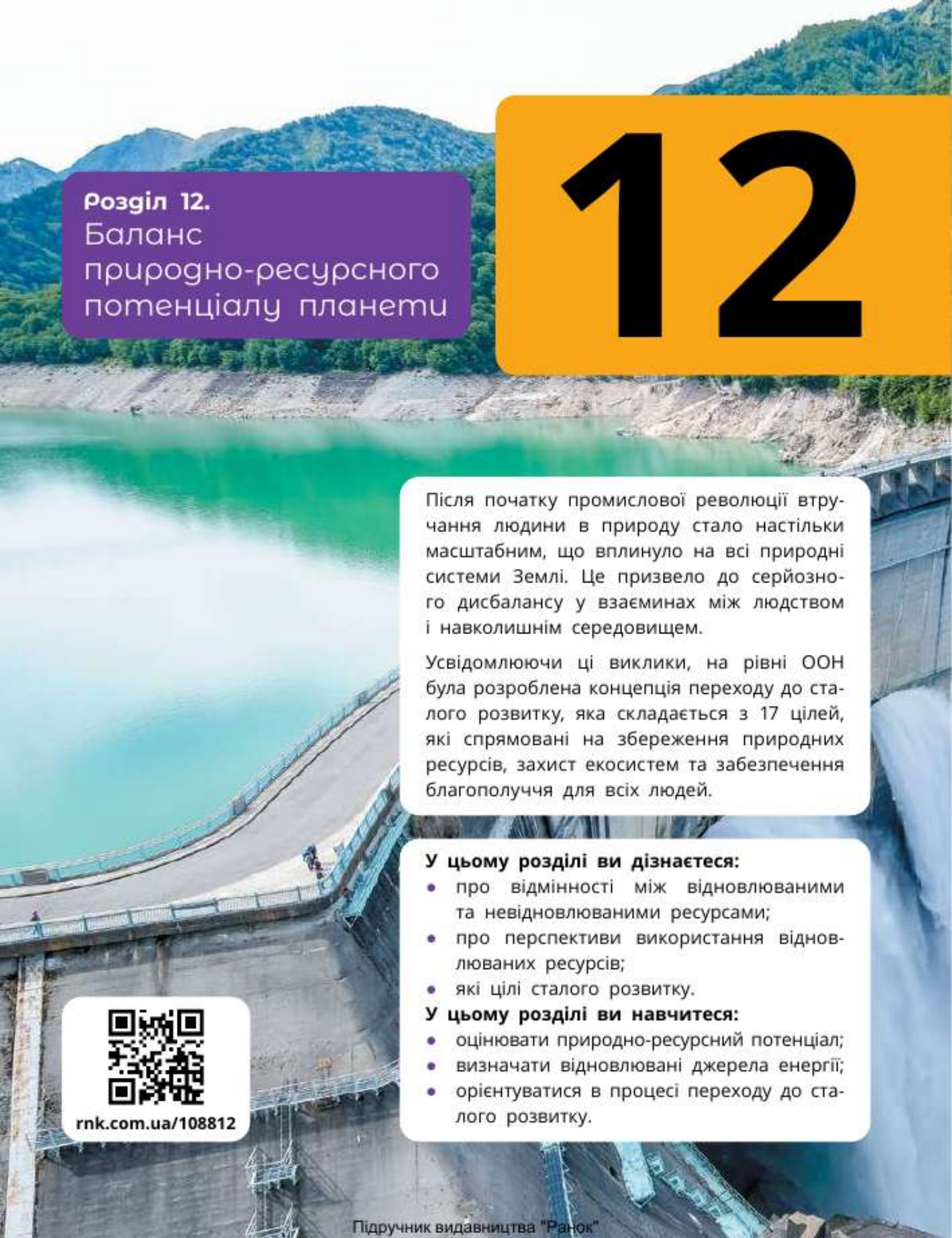
7. Об'єднайтеся у дві групи та дослідіть вплив кліматичних змін на рослини та тварин.

III. Проводжу дослідження природи

8. Чи помічали ви, що в горах завжди прохолодно, навіть якщо сонячний день? Поясніть, чому температура знижується з підняттям на висоту. Як впливає рельєф на кліматичні умови регіону?



9. Поясніть, чому в містах трохи тепліше, ніж у прилеглих сільських місцевостях, тобто виникає ефект «міського теплового острова». Як антропогенні чинники впливають на цей феномен і які є шляхи його зменшення?
10. Поясніть, як вирубування великих лісових масивів у Карпатах може вплинути на глобальне потепління.



Розділ 12. Баланс природно-ресурсного потенціалу планети

12

Після початку промислової революції втручання людини в природу стало настільки масштабним, що вплинуло на всі природні системи Землі. Це призвело до серйозного дисбалансу у взаєминах між людством і навколишнім середовищем.

Усвідомлюючи ці виклики, на рівні ООН була розроблена концепція переходу до сталого розвитку, яка складається з 17 цілей, які спрямовані на збереження природних ресурсів, захист екосистем та забезпечення благополуччя для всіх людей.

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про відмінності між відновлюваними та невідновлюваними ресурсами;
- про перспективи використання відновлюваних ресурсів;
- які цілі сталого розвитку.

У цьому розділі ви навчитесь:

- оцінювати природно-ресурсний потенціал;
- визначати відновлювані джерела енергії;
- орієнтуватися в процесі переходу до сталого розвитку.



rnk.com.ua/108812



Відроджувані та невідроджувані ресурси

**Будете
навчатися:**

- визначати, що таке природно-ресурсний потенціал;
- відрізняти відроджувані та невідроджувані ресурси;
- оцінювати вплив викопного палива на навколишнє середовище;
- характеризувати способи застосування й утилізації пластмас.

**Природно-ресурсний потенціал**

У сучасному світі природні ресурси є основою для економічного розвитку та соціального добробуту. Вони забезпечують людей сировиною, енергією та іншими необхідними компонентами для життя. Проте, зростання населення, індустріалізація та глобалізація призводять до посилення тиску на природні ресурси, що вимагає їх раціонального використання. Важливо розуміти, що ресурсний потенціал не є статичним поняттям, а залежить від багатьох факторів, як-от технологічний прогрес, зміни в суспільстві та екологічні виклики.

Природно-ресурсний потенціал — це сукупність природних ресурсів, що використовуються в господарстві. Він складається з мінеральних, земельних, водних, лісових, біологічних, рекреаційних, кліматичних та космічних ресурсів. Природно-ресурсний потенціал є багатокомпонентним, оскільки кожен з цих ресурсів має свої особливості використання та відродження.

Види природних ресурсів

- **Рекреаційні**
використовуються для відпочинку та туризму



- **Сільськогосподарські**
застосовуються у виробництві харчових продуктів



- **Промислові**
використовуються для виготовлення товарів і послуг



В Україні рекреаційні ресурси, зокрема, чорноморське узбережжя та природні резервати, приваблюють туристів з усього світу. Україна володіє значними земельними ресурсами, а її родючі ґрунти, зокрема чорноземи, забезпечують високу врожайність сільськогосподарських культур (рис. 12.1).



Рис. 12.1. Чорноземні поля України, засіяні соняшником

Слід зазначити, що навіть відновлювані ресурси, як-от земельні, можуть мати тривалий процес відновлення. Для утворення лише 1 см ґрунту в природних умовах може знадобитися до 200 років, тому поділ природних ресурсів на відновлювані та невідновлювані є умовним.

Однак, незважаючи на значні природні багатства, Україна стикається з викликами у сфері раціонального використання цих ресурсів. Основними проблемами щодо раціонального використання природно-ресурсного потенціалу в Україні, окрім військових дій, є нераціональне їх використання, важковидобувний характер, виснажливість ряду ресурсів, низька рентабельність розробки, обмеженість обсягів запасів та інше.

Ресурси за характером відновлення

■ Невичерпні

ресурси, які не можуть бути вичерпані за людське життя (наприклад, сонце, вітер)

■ Вичерпні

ресурси, запаси яких можуть бути виснажені (наприклад, викопне паливо)

■ Відновлювані

(наприклад, лісові ресурси)

■ Невідновлювані

(наприклад, метали та мінерали)

Раціональне використання природних ресурсів передбачає їх ефективне і збалансоване використання, яке враховує екологічні, економічні та соціальні аспекти. Це включає оптимізацію процесів видобутку та переробки ресурсів, зменшення відходів, а також забезпечення відновлення використаних ресурсів для збереження їхньої доступності для наступних поколінь (рис. 12.2).

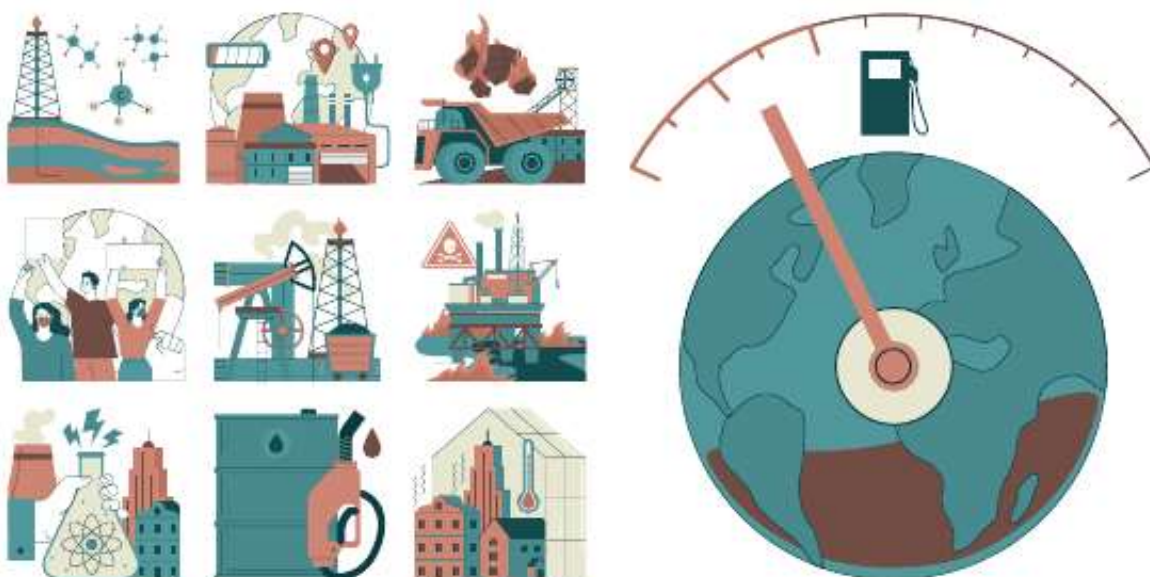


Рис. 12.2. Вичерпання сировинної бази Землі



Попрактикуйтеся

1

Об'єднайтеся в групи та обговоріть, які кроки можна вжити для поліпшення раціонального використання природних ресурсів на глобальному рівні? Запропонуйте три стратегії.



2

Які, на вашу думку, основні екологічні виклики постають перед країнами в умовах попиту на природні ресурси, що зростає? Як ці виклики можуть вплинути на соціальний добробут?



Відновлювані та невідновлювані ресурси

Відновлювані ресурси — це природні ресурси, які здатні самовідновлюватися природним шляхом або за допомогою людської діяльності протягом тривалого періоду часу. До відновлюваних природних ресурсів належать родючі ґрунти, рослинність і тваринний світ. Під час використання вони безперервно відновлюються самою природою, однак, їх природне відтворення часто не збігається з темпами використання.



Для того, щоб цього не було, треба:

- раціональніше видобувати й обробляти природні ресурси;
- завчасно залучати в експлуатацію нові невиснажені ресурси, за рахунок цього послабити використання виснажених;
- штучно відновлювати ресурси, що можна робити набагато інтенсивніше, ніж це робить природа;
- відшукувати штучні замінники.

Невідновлювані ресурси — це природні ресурси, які не можуть відновлюватися протягом людського життя або відновлюються дуже повільно, часто за мільйони років.

Вони видобуваються з надр планети, і з часом можуть вичерпатися. Наприклад, світові запаси **вугілля** становлять приблизно 1,07 трлн тонн (рис. 12.3). За нинішнього темпу видобутку близько 4 млрд тонн на рік, їх вистачить приблизно на 267 років. В Україні запаси вугілля оцінюються в 34 млрд тонн, яких може вистачити на близько 1,4 тисячі років при видобутку 25 млн тонн на рік.



Рис. 12.3. Зразки кам'яного вугілля



Рис. 12.4. Видобуток нафти

Нафта є ще одним важливим невідновлюваним ресурсом. Загальні світові запаси нафти становлять близько 1,7 трильйона барелів. Щороку геологи відкривають нові родовища, а технології видобутку постійно вдосконалюються, що дає змогу добувати нафту з більш складних геологічних структур (рис. 12.4). В Україні запаси нафти становлять близько 0,5 мільярда тонн, що при видобутку 1,2 мільйона тонн на рік дасть змогу забезпечити ресурси на приблизно 416 років.

Природний газ також є ресурсом із обмеженими запасами. Світові запаси природного газу оцінюються в 200 трильйонів кубічних метрів, у разі видобутку 3,9 трильйона куб. м. на рік цього може вистачити на близько 51 рік. В Україні запаси газу становлять приблизно 1 трлн куб. м., чого вистачить на 50 років у разі видобутку 20 млрд куб. м. на рік.

Запаси **рідкісних металів**, які використовуються в електроніці, також обмежені. Наприклад, запаси літію у світі становлять близько 14 мільйонів тонн (рис. 12.5). У разі видобутку 100 тисяч тонн на рік цих запасів вистачить на 140 років. В Україні запаси рідкісних металів не є значними, тому точно оцінювати важко.

Світові запаси мінералів, як-от пісок і гравій перевищують 15 мільярдів тонн на рік.



Рис. 12.5. Зразки літєвих руд



Рис. 12.6. Піщаний кар'єр в українському природному заповіднику «Медобори»

Однак через високий темп споживання ці ресурси можуть вичерпатися вже через 10–20 років. В Україні запаси піску та гравію є значними, але вони можуть вичерпатися за 50–100 років (рис. 12.6).

Ці оцінки підкреслюють, наскільки важливо переходити на відновлювані джерела енергії, посилити контроль над видобутком корисних копалин та їх використанням, щоб зберегти природні ресурси для майбутніх поколінь.



Попрактикуйтеся

3

Дослідіть, наскільки Україна забезпечена невідновлюваними джерелами енергії (нафта, газ, вугілля), визначте основні регіони їх видобутку та тенденції за останні кілька років. Зокрема проаналізуйте, як воєнні дії вплинули на ці ресурси.

4

Скориставшись додатковими джерелами інформації:

- а) укладіть список наявних відновлюваних джерел енергії в Україні;
- б) з'ясуйте, які з них найбільш розвинені;
- в) поміркуйте, яке значення цих джерел у загальному енергетичному балансі країни;
- г) знайдіть інформацію, які відновлювані джерела енергії наявні у вашому регіоні.



Викопне паливо

Викопне паливо — це невідновлювані ресурси, яке утворилося, на думку вчених, із залишків мертвих тварин, рослин. Воно утворилося близько 300–400 млн років тому. Під дією високого тиску і температури рештки організмів поступово перетворювалися на вугілля, нафту та природний газ. Цей процес тривав сотні мільйонів років, тому запаси викопного палива є обмеженими.



Рис. 12.7. Процес утворення вугілля

Викопне паливо залишається ключовим джерелом енергії в глобальному масштабі, забезпечуючи приблизно 80 % світових енергетичних потреб. Виробництво та споживання викопних ресурсів, як-от вугілля, нафта і природний газ, мають значний вплив на світову економіку та екологічну ситуацію (рис. 12.8).



Рис. 12.8. Скільки енергії споживає людство

Ці види палива видобуваються порівняно економічно, а їх транспортування також не є надто затратним.



Рис. 12.9. Спалювання викопного палива призводить, зокрема до викидів у атмосферу вуглекислого газу

Ефективність викопного палива полягає в тому, що під час його спалювання вивільняється велика кількість енергії, що робить ці ресурси привабливими у використанні, особливо в регіонах, де сонячна чи геотермальна енергія можуть бути менш доступними. Проте, спалювання викопного палива призводить до викидів багатьох забруднювальних речовин, зокрема вуглекислого газу, який є основним парниковим газом, що сприяє зміні клімату (рис. 12.9). Інші забруднювачі, як-от сульфур(IV) оксид та оксиди Нітрогену, також вивільняються в атмосферу.

Ці гази взаємодіють з вологою, що міститься у повітрі, утворюючи кислотні дощі, які негативно впливають на навколишнє середовище.



Попрактикуйтеся

5

Поміркуйте, чи доцільно розробляти родовища викопного палива в полярних регіонах світу, які стають більш доступні в процесі глобального потепління? Обґрунтуйте свою думку.



Наука в гії. Застосування та утилізація пластмас

Рециклінг — це процес переробки відходів у матеріали, які можна використовувати повторно. Він є одним із методів утилізації сміття.



Завдяки такому процесу зменшується навантаження на природні ресурси. Рециклінг — це також багаторазове використання побутових відходів після переробки. Стрічка Мебіуса є міжнародним символом вторинної переробки (рис. 12.10).



Рис. 12.10. Стрічка Мебіуса



Рис. 12.11. ПЕТ пляшки для вторинної переробки

Існує кілька основних типів рециклінгу, які повертають відходи до вторинного використання. Рециклінг полімерів передбачає перероблення таких матеріалів, як поліетилен і поліпропілен, які широко використовуються у виробництві упаковки, плівок, труб тощо, на вторинну сировину. Зібрані полімери подрібнюються і формуються у гранули для подальшого використання (рис. 12.11).

Рециклінг пластмас набув найбільшої популярності, адже саме пластмасові відходи становлять більшість усіх твердих побутових відходів. Найчастіше пластмаси переробляють на нові упаковки, меблі та будівельні матеріали. Всі відходи виробництва можуть бути небезпечними та вимагають особливої уваги під час утилізації.

Україна використовує різноманітні технології рециклінгу, зокрема механічний, хімічний та енергетичний. Механічний рециклінг передбачає подрібнення та перетворення відходів на нові матеріали (рис. 12.12). Хімічний рециклінг використовує хімічні процеси для перетворення відходів на хімічні речовини. За допомогою енергетичного рециклінгу з відходів утворюється енергія, наприклад, під час спалювання.



Рис. 12.12. Вторинні гранули пластмас

Наразі в Україні офіційно стартувала реформа управління відходами. Початок їй дав відповідний закон, який набув чинності 9 липня 2023 року. Цей закон спрямований на введення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами, що відповідає вимогам відповідних директив ЄС. Головна його мета — поліпшення стану навколишнього середовища та створення необхідної інфраструктури для управління відходами.



Завдання 12.1. Дослідження та утилізація пластмас

Визначте види пластикових відходів навколо вас, оцініть їхній вплив на екосистему.

1. Проведіть експеримент у класі або вдома: зберіть різні пластикові вироби (пляшки, упаковки, іграшки тощо). На зібраних вами пластмасових виробах розгляньте позначення у вигляді трикутника зі стрілок, у центрі якого розміщена цифра від 1 до 7 (рис. 12.13).

1 PETE	2 HDPE	3 V	4 LDPE	5 PP	6 PS	7 OTHER
?	✓	✗	✗	✓	?	☠

Рис. 12.13. Маркування пластмас

- 1 — поліетилентерефталат (PETE) — універсальний матеріал, який широко використовується.
- 2 — поліетилен високої щільності (HDPE) — вироби вважаються безпечними для здоров'я людини і наразі жодних зауважень з боку науковців немає.
- 3 — полівінілхлорид — небезпечний для здоров'я людини вид пластмас.



Рис. 12.14. Виріб з поліетилену низької щільності (LDPE)

- 4 — поліетилен низької щільності (LDPE) — офіційно вважається нешкідливим, але у виробництві LDPE використовують потенційно небезпечні для здоров'я бутан і бензен (рис. 12.14).
 - 5 — поліпропілен (PP) — офіційно вважається нешкідливим для здоров'я.
 - 6 — полістирен (PS) — добувають полімеризацією стирену, який є канцерогеном, уражає слизові оболонки, негативно впливає на репродуктивні функції організму людини.
 - 7 — інші види пластмас — до цієї групи належать пластмаси, використання яких може бути пов'язане з небезпекою не тільки для здоров'я людини, а й планети в цілому.
2. Класифікуйте зібрані пластикові відходи за типами маркування на них.
 3. Використовуючи наукові джерела, дослідіть, як різні типи пластмас впливають на навколишнє середовище. Визначте терміни розкладання різних видів пластмас.



4. Розгляньте наявні програми переробки пластмас у вашому регіоні. Які з них є більш ефективними? Проведіть опитування серед однокласників, батьків або сусідів про їхні знання щодо практики утилізації пластмас.
5. Розробіть власні пропозиції для поліпшення системи утилізації пластмас у вашій школі або громаді.
6. Підготуйте презентацію або звіт для оприлюднення своїх результатів. Обговоріть можливі кроки і запропонуйте стратегії для зменшення кількості пластикових відходів.



Підсумки

- ✎ Ресурсний потенціал є сукупністю природних ресурсів, що використовуються в господарстві (фактично і потенційно).
- ✎ Відновлювані ресурси — це ресурси, які можуть відновлюватися природним шляхом за тривалий період часу.
- ✎ Невідновлювані ресурси — це ресурси, які формуються протягом мільйонів років і не можуть бути відновлені в людському масштабі часу.
- ✎ Сталий розвиток — концепція, ухвалена на рівні ООН та України, має на меті збалансувати нинішній рівень життя та екологічні можливості навколишнього середовища.
- ✎ Вичерпні — ресурси, запаси яких можуть бути виснажені.
- ✎ Невичерпні — ресурси, які не можуть бути вичерпані за людське життя.



Ключові поняття

Ресурсний потенціал, відновлювані та невідновлювані ресурси, викопне паливо.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу порівнювати та розрізняти поняття «відновлювані ресурси» та «невідновлювані ресурси».
- ☒ Я можу встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між діяльністю людини та впливом на вичерпні ресурси.
- ☒ Я можу оцінювати вплив використання викопного палива на навколишнє середовище.
- ☒ Я можу визначати способи застосування та утилізації пластмас.

**Будете
навчатися:**

- визначати відновлювані джерела енергії;
- виявляти переваги відновлюваних ресурсів;
- оцінювати перспективи використання відновлюваних ресурсів;
- орієнтуватися в переході до сталого розвитку.

**Відновлювані джерела енергії**

Відновлювані джерела енергії — це ресурси, які постійно відновлюються в природі завдяки стабільним або періодичним потокам енергії, як-от енергія сонця, вітру чи хвиль. На відміну від атомної енергетики та викопного палива, ВДЕ не руйнують довкілля та є невичерпними. У разі розумного й ощадливого використання можуть жити нашу цивілізацію сотні й тисячі років без війн і конфліктів за обмежені поклади викопних палив.

► Сонячна енергія

За допомогою сонячних панелей світло перетворюється на електроенергію. Це джерело енергії доступне в більшості регіонів світу, хоча його ефективність залежить від сонячних умов і часу доби.

**► Геотермальна енергія**

Геотермальні установки використовують тепло, що генерується в надрах Землі. Це джерело енергії є відносно постійним, оскільки теплові потоки з земної кори не залежать від сезонів чи погоди. Геотермальні системи активно використовуються у країнах із високою вулканічною активністю, як-от Ісландія.

**► Енергія вітру**

Вітряні турбіни генерують електроенергію завдяки силі вітру. Найефективніше такі установки працюють у прибережних районах і на відкритих просторах.



► Енергія води (гідроенергія)

Енергія води, наприклад, гірські річки, а також енергія води в штучних або природних водоймах, розташованих на певній висоті над рівнем моря. Використовується для виробництва електроенергії через гідроелектрогенератори або припливні генератори.



► Біопаливо

Використання біопалива, яке виробляють із рослин, як-от соя, кукурудза та водорості, розширюється. Біопаливо вважається екологічно чистішим, ніж викопне паливо, оскільки під час його спалювання виділяється менше вуглекислого газу. Проте вирощування рослин для біопалива може витіснити посіви, що призначені для продовольства.



Рис. 12.15. Будинок, збудований з бамбукових матеріалів, є яскравим прикладом екомодерної архітектури, яка поєднує естетику, екологічність та ефективність

Сталий розвиток країн потребує не лише впровадження нових видів енергії, але й свідомого підходу до ресурсів та їх споживання. Наприклад, деревина, бамбук і солома можуть слугувати альтернативними будівельними матеріалами, адже вони є відновлюваними і мають низький вуглецевий слід (рис. 12.15). Їх використання не лише знижує залежність від пластмас та нафти, а й сприяє підтриманню балансу вуглекислого газу, якщо процес супроводжується відповідними екологічними заходами, як-от висаджування нових дерев.

В Україні активно досліджуються та використовуються нові екологічні матеріали, як-от конопляний бетон (рис. 12.16), грибний міцелій та перероблене скло. Наприклад, компанії, що займаються екобудівництвом, починають використовувати конопляний бетон для створення енергоефективних будівель. Це не лише знижує вуглецевий слід, але й забезпечує високий рівень теплоізоляції, що особливо важливо у кліматичних умовах України.



Рис. 12.16. Конопляний бетон



Попрактикуйтеся

1

Поміркуйте, чи можливий для людства повний перехід на альтернативні джерела енергії в найближчому майбутньому.

2

Визначте екологічно безпечні відновлювані ресурси, які, на вашу думку, можна використовувати в побутовій, господарській діяльності.



Переваги відновлюваних джерел енергії

Використання відновлюваних джерел енергії суттєво зменшує навантаження на ресурсну базу Землі, зокрема й в Україні. Це, у свою чергу, знижує негативні впливи людської діяльності на клімат, зберігає екологічну рівновагу, зменшує атмосферне забруднення та поліпшує якість води і ґрунтів, що позитивно впливає на здоров'я населення.



Рис. 12.17. Енергетична ефективність

Основні переваги відновлюваних джерел енергії

- Екологічна безпека. Використання відновлюваних ресурсів не призводить до викидів шкідливих речовин в атмосферу, за умови правильної утилізації обладнання, наприклад, сонячних електростанцій.
- Поновлюваність. Ресурси, як-от сонячна, вітрова, геотермальна енергія, є умовно безкінечними. Це гарантує їх довгострокове використання, що важливо для сталого розвитку.
- Енергонезалежність. У контексті російсько-української війни енергонезалежність стала критично важливою. Впровадження відновлюваних ресурсів допомагає зменшити залежність від іноземних постачальників енергоносіїв, що є ключовим аспектом національної безпеки.
- Економічна вигода. Відновлювані ресурси сприяють створенню нових робочих місць, зменшують витрати на захист навколишнього середовища та поліпшують загальний рівень здоров'я населення (рис. 12.17).

Отже, перехід на відновлювані ресурси не лише сприяє захисту довкілля, але й підтримує економічну стабільність і національну безпеку. Зелена енергетика поєднує використання сонячної, вітрової, біомасової, гідро- та геотермальної енергії, що дає змогу значно знизити негативний вплив на навколишнє середовище.



В Україні зелена енергетика стає дедалі актуальнішою темою, оскільки країна прагне зменшити свою залежність від викопних паливних ресурсів і водночас поліпшити екологічну ситуацію.



Попрактикуйтеся

3

Визначте переваги для України від масового використання відновлюваних ресурсів.

4

Оцініть, які недоліки можуть виникнути під час переходу до «зеленої енергетики» в Україні.



Перспективи використання відновлюваних ресурсів



Рис. 12.18. Аварія на атомній електростанції Фукусіма в Японії сталася 11 березня 2011 року

Відмова від ядерної енергетики має на меті не лише зменшення ризиків, пов'язаних з ядерними відходами, а й активне просування екологічно чистих технологій, як-от сонячна та вітрова енергетика. Аварія на атомній електростанції Фукусіма у Японії, що сталася 11 березня 2011 року, стала однією з найгірших у історії ядерної енергетики. Потужний землетрус і цунамі зруйнували системи охолодження реакторів, що призвело до витоку радіоактивних речовин і значних екологічних наслідків.



Рис. 12.19. Чорнобильська атомна електростанція, яка стала місцем однієї з найбільших техногенних катастроф в історії людства у 1986 році

Прикладом для України щодо використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) може слугувати Німеччина, яка відмовилась від ядерної енергетики. 15 квітня 2023 року Німеччина зупинила три останні ядерні реактори, офіційно завершивши свою політику відмови від атомної енергетики, яка розпочалася після аварії на Фукусімі (рис. 12.18).

Ця трагедія знову привернула увагу до небезпек, пов'язаних із використанням ядерної енергії, нагадуючи про події Чорнобильської катастрофи 26 квітня 1986 року в Україні, коли вибух на Чорнобильській АЕС призвів до масового радіаційного забруднення, евакуації тисяч людей і довготривалих екологічних наслідків для регіону (рис. 12.19). В обох випадках аварії підкреслили необхідність переходу на безпечніші та екологічно чисті технології, як-от сонячна і вітрова енергетика.

Водночас, незважаючи на очевидні переваги, перехід до відновлюваної енергетики не обходиться без значних викликів. Основними з них є високі початкові витрати на інфраструктуру та необхідність створення ефективних систем зберігання енергії. У 2024 році уряд України затвердив Національний план з енергетики та клімату (НПЕК), який має на меті скорочення викидів парникових газів на 65 % (від рівня 1990 року) та досягнення 27 % частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні.

Розширення використання ВДЕ не лише допоможе досягти національних цілей у сфері енергетики та екології, але й зміцнить міжнародне співробітництво та підвищить геополітичний вплив України.



Попрактикуйтеся

5

Назвіть соціальні та економічні вигоди, які можуть виникнути в Україні внаслідок переходу на відновлювані джерела енергії.

6

Спрогнозуйте, як зміна клімату вплине на вибір відновлюваних джерел енергії в Україні.

7

Запропонуйте кроки, які, на вашу думку, можуть бути здійснені для підвищення обізнаності населення щодо переваг ВДЕ.



Наука в гії. Перехід до сталого розвитку



Сталий розвиток — це концепція, що дає змогу знайти баланс між задоволенням потреб сучасності та захистом інтересів майбутніх поколінь, включаючи їх потребу в здоровому довкіллі. Це означає зміщення акценту з ідеї, що «ми залишаємо Землю у спадок наступним поколінням», на розуміння, що «ми взяли Землю у борг у майбутніх поколінь». Така зміна в нашій свідомості спонукає відповідально ставитися до ресурсів планети.

На глобальному рівні концепція сталого розвитку підтримується як ООН, так і окремими державами, що підкреслює її важливість у сучасному світі. Вона включає 17 цілей. Цілі спрямовані не лише на подолання крайньої бідності та боротьбу з нерівністю, але й на захист нашої планети від екологічних загроз. В Україні, у 2019 році, президент видав указ «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», що відображає ці 17 цілей (рис. 12.20).





Рис. 12.20. Цілі сталого розвитку

Цей документ закладає основи для поліпшення якості життя та збереження природних ресурсів, формулюючи стратегічні завдання і закликаючи громадян до активної участі у забезпеченні сталого майбутнього. Таким чином, перехід до сталого розвитку стає спільною справою, яка вимагає зусиль кожного з нас.



Рис. 12.21. Концепція сталого розвитку

Зв'язок між концепцією сталого розвитку і темами, які ми розглянули, як-от відновлювані джерела енергії, їх переваги та перспективи використання, є безпосереднім і суттєвим. Кожен з цих аспектів відіграє важливу роль у формуванні нашого майбутнього, яке буде залежати від нашої здатності використовувати ресурси відповідально та стійко (рис. 12.21).

Сталий розвиток вимагає знаходити нові способи задоволення потреб без загрози для навколишнього середовища. Відновлювані джерела енергії є ключовими елементами цього процесу та слугують альтернативами традиційним енергетичним ресурсам, які забруднюють навколишнє середовище і виснажують природні запаси.



Попрактикуйтеся

8

Визначте, які з цілей сталого розвитку ООН, на вашу думку, є досяжними в Україні на цей момент, і поясніть чому. Наведіть конкретні приклади успішних ініціатив.



Завдання 12.2. Дослідження світового споживання енергії

Загальну кількість енергії, яку люди використовують протягом року, називають «світовим енергоспоживанням». У ХХ столітті воно стрімко зросло. Однак джерела енергії, які використовує людство, змінилися. Світове споживання енергії вимірюється в терават-годинах (ТВт-год) на рік. 1 ТВт-год = 3 600 000 000 000 000 Дж або $3,6 \times 10^{15}$ Дж. Протягом ХХ століття більша частина електроенергії у світі вироблялася з використанням невідновлюваних джерел енергії. Через зростання енергоспоживання людство збільшило використання ВДЕ для виробництва електроенергії.

Розгляньте діаграму на рис. 12.22.

1. Пригадайте джерела енергії, включені до «інших відновлюваних джерел».
2. Якою є тенденція для всіх джерел енергії з 1965 до 2015 року? Поміркуйте, в чому може бути її причина.
3. Застосувавши знання про відновлювані та невідновлювані джерела енергії, спрогнозуйте, які джерела енергії збільшуватимуться та зменшуватимуться у використанні в майбутньому. Поясніть свої передбачення.



Рис. 12.22. Світове енергоспоживання з 1965 року



Підсумки

- Відновлювані джерела енергії — це ресурси, які постійно відновлюються в природі завдяки стабільним або періодичним потокам енергії.
- Використання ВДЕ суттєво зменшує навантаження на ресурсну базу Землі.
- Сталий розвиток — це концепція, що дає змогу балансувати між задоволенням потреб сучасності та захистом інтересів майбутніх поколінь.



Ключові поняття

Відновлювані джерела енергії, сонячна енергія, геотермальна енергія, гідроенергія, вітрова енергія, біопаливо, сталий розвиток.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу характеризувати відновлювані джерела енергії.
- ☒ Я можу визначати переваги та перспективи використання відновлюваних ресурсів в Україні.
- ☒ Я можу пояснити цілі сталого розвитку.



Перевірте себе

I. Усвідомлюю закономірності природи

1. Ланч-бокс, виделка і ложки, зображені на рис. 12.23, виготовляють з використанням біопластику на основі крохмалю. З яких культур можна добути цю білу порошкоподібну речовину?



Рис. 12.23. Вироби з біопластику

- А** картопля;
Б рис;
В пшениця;
Г огірок.



2. За можливостями їхнього відтворення у природі ресурси поділяють на такі групи:

- А** природні й штучні;
Б гарні й погані;
В вичерпні й невичерпні;
Г відновлювані й невідновлювані.



Рис. 12.24. Вітрові турбіни

3. Вітрові турбіни, зображені на рис. 12.24, є відновлюваним джерелом енергії. Чим вони відрізняються від невідновлюваних джерел енергії?

- А** виробляють електроенергію лише вдень;
Б використовують природні ресурси, які постійно поновлюються;
В не залежать від природних умов для виробництва енергії;
Г потребують обмежених викопних ресурсів для роботи.

4. Виберіть вичерпні невідновлювані ресурси.

- А** рибні ресурси;
Б мінеральні ресурси;
В земельні ресурси;
Г енергія води.

5. Яким чином природні ресурси впливають на розвиток економіки країни? Наведіть конкретні приклади.

II. Здійснюю пошук та опрацювую інформацію

6. За допомогою підручника та інших джерел інформації заповніть таблицю.

Вугілля

Нафта

Вітер

Бамбук

Літій



Ресурс	Тип ресурсу	Використання ресурсу



7. Визначте, чи належать такі цілі до 17 цілей сталого розвитку. Поясніть, чому.
- а доступна та чиста енергія;
 - б якісна освіта;
 - в міцне здоров'я і благополуччя;
 - г посилений контроль над розвитком ШІ.

8. Розробіть модель управління природно-ресурсним потенціалом для однієї з країн ЄС з урахуванням демографічних і кліматичних змін в XXI столітті. Включіть рекомендації щодо впровадження цієї моделі.

III. Проводжу дослідження природи

9. Запропонуйте стратегію раціонального використання природно-ресурсного потенціалу планети з урахуванням економічних, екологічних та соціальних чинників. Які ключові кроки повинні бути вжиті?
10. Проведіть дослідження, як успішні країни можуть упоратися з проблемами природних ресурсів. Які з їхніх стратегій можна застосувати в Україні?



13

Розділ 13.

Земля в космосі

Окрім Сонця, Землі та інших планет, наша Сонячна система містить сотні тисяч кам'янистих об'єктів, які називаються астероїдами. Дослідження астероїдів має дати вченим докази того, як сформувалася Сонячна система. Але наше Сонце — лише одне з них. Чумацький Шлях складається з близько 250 000 000 000 (250 мільярдів) зорь у нашій галактиці. Якщо ви подивитеся вгору в місці, де мало міських вогнів, побачите Чумацький шлях у вигляді стрічки, що тягнеться небом. Навіть якщо лише невеликий відсоток цих зорь має власні «сонячні системи» планет, це однаково означає, що існує багато сотень мільйонів планет!

У цьому розділі ви дізнаєтеся:

- про астероїди і як вони утворилися;
- про нашу галактику Чумацький шлях;
- про склад галактик.

У цьому розділі ви навчитеся:

- описувати, що таке аналогія і як її можна використовувати;
- використовувати аналогії для пояснення проблем, пов'язаних з оцінюванням кількості зорь у Чумацькому шляху;
- пояснювати, як наукові гіпотези можуть бути підтверджені доказами.



rnk.com.ua/108815

**Будете
навчатися:**

- розуміти, що таке астероїди і чим вони особливі;
- визначати, як утворилися астероїди;
- пізнавати, що таке головний пояс астероїдів;
- добирати, аналізувати і систематизувати дані.

**Камені, що обертаються навколо Сонця**

Коли наша Сонячна система сформувалася мільярди років тому, газ і пил згустилися під дією гравітації, утворивши Сонце і планети. Під час цього процесу багато менших згустків утворили шматки гірських порід, які продовжували обертатися навколо Сонця, не будучи затягнутими на орбіти планет. Вони недостатньо великі, щоб стати планетами, і не мають атмосфери. Деякі з них, наприклад, Іда, мають власні супутники. Це астероїди. Більшість астероїдів — кам'яні небесні тіла, але деякі з них містять велику кількість різних металів (рис. 13.1 (а, б)).



Рис. 13.1. а) Астероїд 4 Веста



Рис. 13.1. б) Астероїд 624 Гектор

З удосконаленням обладнання для виявлення орбітальних об'єктів люди реєструють дедалі більше астероїдів. Станом на жовтень 2024 року американське космічне агентство NASA зареєструвало понад 1 410 600 астероїдів.

**Характеристики астероїдів**

Існує величезний діапазон розмірів астероїдів — від кількох метрів до декількох сотень кілометрів у діаметрі. Менші астероїди, як правило, неправильної (грудкуватої) форми; більші астероїди мають достатню масу, щоб з часом стати більш округлими під дією гравітаційних сил (рис. 13.2).



Рис. 13.2. Астероїди



Астероїдам надають порядковий номер і назву, яку пропонує автор відкриття. Спочатку астероїдам давали імена героїв римської та грецької міфології. Пізніше цього правила припинили дотримуватися.

Таблиця 13.1. Найбільші астероїди

Номер і назва	Середній діаметр, км	Номер і назва	Середній діаметр, км
4 Веста	525	511 Давида	298
2 Паллада	511	87 Сільвія	271
10 Гігея	433	15 Евномія	270
704 Інтерамнія	332	31 Евфросіна	268
52 Європа	319	65 Кібела	263



Завдання 13.1. Створення карти знань

Оберіть один з астероїдів, про який ви хочете дізнатися більше. Створіть карту знань про нього, використавши відповіді на такі запитання.

1. Де можна знайти цей астероїд у Сонячній системі?
2. Які розміри обраного астероїда?
3. Скільки часу потрібно астероїду, щоб подолати орбіту навколо Сонця?
4. Який склад астероїда?
5. Яка маса астероїда?
6. Яка відстань до Сонця?
7. Чим відрізняється цей астероїд від інших?
8. Хто і коли відкрив обраний астероїд?
9. Які дослідження астероїда допоможуть нам більше дізнатися про Сонячну систему і Всесвіт у цілому?



Рис. 13.3. Астероїд 16 Психея

Якщо об'єднати всі знайдені дотепер астероїди, то отриманий об'єкт однаково буде менший за земний Місяць. Більшість відомих астероїдів знаходяться між орбітами Марса та Юпітера. Цю ділянку також часто називають **головним поясом астероїдів** (рис. 13.4). Вчені вважають, що в цій зоні могла почати формуватися планета в міру розвитку Сонячної системи, але Юпітер став настільки великим, що його гравітація розтягнула планету, яка формувалася, на частини, залишивши астероїди позаду.



Рис. 13.4. Головний пояс астероїдів



Рис. 13.5. Карликова планета Церера

Найбільшим і наймасивнішим тілом у поясі астероїдів є карликова планета Церера — астрономічне тіло, яке має достатню масу, щоб гравітація надала їй округлої форми (рис. 13.5). До 2006 року Цереру відносили до астероїдів.



Попрактикуйтеся

1

Закінчіть речення, використовуючи слова зі скриньки.

камінь

газ

Земля

Марс

Юпітер

Сатурн

Астероїди переважно складаються з . Більшість астероїдів у Сонячній системі знаходяться між орбітами і .

2

Опишіть, як утворилася більшість астероїдів.

3

На рисунку 13.6 показано частину нашої Сонячної системи (не в масштабі). Зазначте, в якій точці А–Д розміщений головний пояс астероїдів.



Рис. 13.6.



Небезпечні астероїди

Час від часу деякі астероїди наближаються відносно близько — приблизно на 4,5 мільйонів км — до Землі. Об'єкти вважаються «потенційно небезпечними», коли вони наближаються на відстань 7,4 млн км, але вони також повинні бути розміром більше 150 м. Найбільшу увагу астрономів привертають астероїди групи Аполлона, Амура і Атона, які належать до родини навіколоземних астероїдів і можуть перетинати орбіту Землі.



Існують також дві групи астероїдів під назвою Троянці, які обертаються навколо Сонця по тій самій орбіті, що і Юпітер. Багато інших зорь мають власні «сонячні системи», що містять планети. Ми називаємо їх **планетними системами**. Астрономи вважають, що планетні системи формуються так само, як і наша Сонячна система, а це означає, що в інших планетних системах також мають бути астероїди.



Наука в гії. Дослідження астероїдів в Україні

Для захисту від астероїдів створена міжнародна програма «Космічна варта» — загальна назва спроб виявлення та дослідження навіколоземних об'єктів.





Рис. 13.7. Астрономічна і метеорологічна обсерваторія на вершині Піп Іван, Карпати, Україна

Вона вивчає фізику астероїдів, комет і об'єктів Сонячної системи, розташованих далеко за орбітою Нептуна. Ірина Бельська досліджує фізичні властивості астероїдів, зокрема, тих, що наближаються до Землі і становлять потенційну загрозу у разі зіткнення.

Вагомий внесок у вивчення астероїдів зробили й українські вчені-астрономи К. Чурюмов, Д. Лупішко, В. Кручиненко, В. Шевченко, Ф. Величко, Ю. Круглий. Українська науковиця, завідувачка відділу малих тіл Сонячної системи у Науково-дослідному інституті астрономії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна Ірина Бельська у 2021 році очолила комісію з вивчення астероїдів у Міжнародному астрономічному союзі, ставши першою українкою, що обійняла у ньому керівну посаду.

Таблиця 13.2. Деякі астероїди, назви яких пов'язані з Україною

Номер	Назва	Номер	Назва	Номер	Назва
1709	Україна	2171	Київ	3448	Нарбут
8786	Бельська	2427	Кобзар	212723	Кличко
814	Таврида	2259	Софіївка	269252	Богданступка
1855	Корольов	1140	Крим		
2627	Чурюмов	1307	Кіммерія		
1956	Артек	2727	Патон		
2606	Одеса	2809	Вернадський		
2164	Ляля	2922	Диканька		



Попрактикуйтеся

4

На рисунку 13.8 показано частину нашої Сонячної системи (не в масштабі). Скопіюйте та доповніть етикетки, назвавши об'єкти, знайдені в точках А–Г.



Рис. 13.8.



Попрактикуйтеся

5

На рис. 13.9 і 13.10 показано об'єкти, знайдені в Сонячній системі. Один з них — планета (Меркурій), інший — астероїд 101955 Бенну.

а) Використовуючи характеристики астрономічних тіл на рисунках, визначте, який об'єкт — Меркурій, а який — Бенну.

«А» — це _____

«Б» — це _____

б) Поясніть свою відповідь на частину а, описавши докази, які використовували.



Рис. 13.9.



Рис. 13.10.

6

Докази існування астероїдів можна знайти на поверхні Землі в природних умовах.

а) Опишіть, як ці докази можуть потрапити на Землю.

б) Незважаючи на те, що ці докази доступні, вчені відправляють космічні зонди, щоб зібрати зразки астероїдів, які все ще перебувають на орбіті. Запропонуйте три причини, чому ці зразки можуть бути більш корисними, ніж докази, знайдені в природних умовах.



Підсумки

- ✎ Астероїди в нашій Сонячній системі — це кам'яністі об'єкти, які утворилися в той самий час, коли формувалася Сонячна система.
- ✎ Вважається, що астероїди також утворюються в інших планетних системах навколо зірок.
- ✎ Астероїди менші за планети і не мають атмосфери.



Ключові поняття

Астероїд, головний пояс астероїдів, планетні системи.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу описати докази утворення астероїдів.
- ☒ Я можу досліджувати та подавати інформацію належним чином.
- ☒ Я можу представити свої результати у вигляді таблиці.



**Будете
навчатися:**

- розуміти, що таке Чумацький Шлях;
- дізнаватися, як зорі, пил і газ у Чумацькому Шляху обертаються навколо центру галактики;
- визначати поняття аналогії та використання її як моделі;
- аналізувати, як науковий прогрес досягається завдяки окремим людям та їх співпраці.

**Чумацький Шлях**

Коли ви дивитеся на небо вночі, ви можете побачити багато яскравих точок світла. Якщо дивитися в телескоп, деякі з цих точок на вигляд схожі на диски — це інші планети Сонячної системи, що відбивають світло Сонця. Решта точок світла знаходяться набагато далі, і кожна з них є зорею, що випромінює власне світло. Людське око достатньо чутливе, щоб бачити лише близько 5000 зорь як окремі точки світла. У давнину люди вважали, що зорі закріплені на поверхні, яку вони називали «небосхилом» і яка обертається навколо Землі.

Тепер ми знаємо, що зорі знаходяться набагато далі, і що Земля обертається навколо Сонця. Сонце — одна з багатьох зорь, які утворюють дископодібну «хмару», що називається **галактикою**. Якщо ми використовуємо сучасні телескопи, то бачимо набагато більше зорь у нашій галактиці. За оцінками вчених, у нашій галактиці налічується близько 250 мільярдів (250 000 000 000) зорь. Який вигляд мала б наша галактика, Чумацький Шлях, якби ми могли віддалитися від неї і подивитися на неї збоку? На рисунку 13.11 показано, що, на думку вчених, ми б побачили.



Рис. 13.11. Комп'ютерна модель галактики Чумацький Шлях на основі зібраних спостережень її зорь на Землі

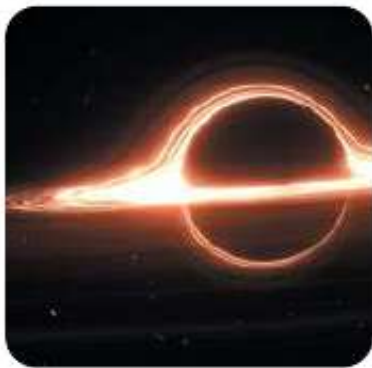


Рис. 13.12. Чорна діра

Усі зорі у Чумацькому Шляху обертаються навколо центральної точки. У цій точці знаходиться об'єкт, який містить стільки маси, що його тяжіння притягує всі мільярди зорь на свої орбіти. Цей об'єкт називається **чорною дірою**, тому що в неї затягується навіть світло (рис. 13.12). Вчені вважають, що чорна діра — це те, що залишається після того, як зоря стає настільки великою, що колапсує сама на себе під дією гравітації. Надмасивна чорна діра в центрі нашої галактики Чумацький Шлях має назву Стрілець A*.

Це означає, що так само, як планети, зокрема Земля, обертаються навколо нашого Сонця, так і наше Сонце обертається навколо центру Чумацького Шляху. Ця орбіта настільки велика, що, за оцінками вчених, наше Сонце робить один оберт за 250 мільйонів років.



Завдання 13.2. Спостереження за Чумацьким Шляхом

У класі з учителем / учителькою чи дома з родиною прочитайте запитання для цієї вправи, а потім вийдіть на вулицю ясної ночі й подивіться на зорі над головою. Зачекайте на вулиці щонайменше 10 хвилин, щоб ваші очі звикли до темряви. Подивіться вгору і поспостерігайте. Вам потрібно запам'ятати відповіді на ці три питання.



1. Чи можете ви бачити багато зорь, чи багато вогнів міста або населених пунктів поблизу створюють «світлове забруднення», яке заважає бачити багато зорь?
2. Якщо достатньо темно, зверніть увагу на те, що групи зорь можуть бути схожими на візерунки. У стародавніх цивілізаціях уважалося, що ці видимі візерунки уособлюють тварин (наприклад, Велику Ведмедицю і Тельця, бика) та персонажів міфів і легенд (наприклад, Оріона-мисливця, і Близнюків). Залежно від пори року і місяця, де ви перебуваєте, можна побачити різні візерунки. Тельця, Оріона, Близнюків видно як з північної, так і з південної півкулі, залежно від пори року. Спробуйте запам'ятати візерунок і намалювати його, коли повернетеся в приміщення.
3. Якщо буде дуже темно, ви зможете побачити частину структури Чумацького Шляху. На вигляд він схожий на бліду «стрічку», що тягнеться по небу. Чи бачите ви Чумацький Шлях?





Попрактикуйтеся

1

Скільки разів Земля обертається навколо Сонця за час, який Сонце проходить через центр Чумацького Шляху?

2

Поясніть, як ми можемо знайти доказ того, що наше Сонце є частиною Чумацького шляху, спостерігаючи за нічним небом.

3

Опишіть об'єкт, який можна знайти в центрі Чумацького Шляху. Згадайте про нього у своїй відповіді:

- як цей об'єкт називається і чому;
- як він впливає на всі зорі у Чумацькому Шляху;
- як він сформувався.



Вимірювання космічних відстаней



Ми знаємо, що в нашій Сонячній системі Земля знаходиться на відстані трохи менше 150 000 000 км від Сонця. Це велика відстань. Щоб було зручніше говорити про відстані в Сонячній системі, ми кажемо, що відстань від Землі до Сонця дорівнює **1 астрономічній одиниці** (скорочено — а.о.). Наприклад, в середньому Юпітер знаходиться на відстані 5,2 а.о. від Сонця.

Масштаб Чумацького Шляху настільки більший за нашу Сонячну систему, що нам потрібна ще більша одиниця виміру відстані. Вона називається **світловий рік** і дорівнює відстані, яку світло проходить у просторі за один рік, приблизно $9,5 \cdot 10^{12}$ км.

Діаметр Чумацького Шляху становить близько 105 000 світлових років. Інший спосіб описати це — сказати, що променю світла знадобилося б 105 000 років, щоб подолати відстань від одного краю Чумацького Шляху до іншого. Наступна найближча велика галактика, яка називається галактика Андромеди, знаходиться на відстані близько 2,5 мільйонів світлових років від нас (рис. 13.13).



Рис. 13.13. Галактика Андромеди в сузір'ї Андромеди



Попрактикуйтеся

4

Чому астрономи використовують астрономічні одиниці та світлові роки для опису відстаней?

5

Обчисліть у скільки разів відстань від Землі до Андромеди більша за діаметр Чумацького Шляху.



Інші планетні системи, пил і газ



Рис. 13.14. Галактика NGC 1672 у сузір'ї Золота Риба

Астрономи знайшли докази того, що багато інших зорь у Чумацькому шляху мають планети на своїх орбітах. Це свідчить про те, що значний відсоток зорь у Чумацькому Шляху мають власні планетні системи. Є підстави вважати, що більшість інших галактик схожі на нашу в тому, що містять багато планетних систем (рис. 13.14).

Незважаючи на те, що в галактиках дуже багато зорь і, ймовірно, багато планетних систем, основну частину маси галактики становлять міжзоряний газ і міжзоряний пил. «Міжзоряний» означає «між зорями».

- Більшість газу — це водень, утворений атомами найпростішого хімічного елементу. Водень був основною частиною газу, який сформував нашу Сонячну систему. Він використовується як паливо для ядерних реакцій у більшості зорь.
- Більша частина решти газу — це гелій, друга за легкістю речовина після водню. Гелій утворюється в результаті ядерних реакцій у зорях.
- Міжзоряний пил також містить атоми Карбону, Силіцію та Оксигену.



Рис. 13.15. Одна з багатьох величезних хмар газу і пилу в галактиці Чумацький Шлях. Водень відбиває світло-рожевим кольором, а темні ділянки утворені міжзоряним пилом



Ми можемо виявити водень, гелій і пил у хмарах, які знаходяться ближче до зорь, тому що вони відбивають енергію, яку виробляють зорі. Ці хмари важливі, оскільки нові зорі утворюються з них, коли гази і пил зближуються під дією сили тяжіння. Зорі колапсують або вибухають коли вичерпується паливо для їхніх ядерних реакцій.



Під час цього процесу утворюються атоми металів, як-от залізо і нікель, і неметалів, як-от вуглець. Ці атоми утворюють речовини, які містяться в пилу та гірських породах.



Підсумуємо етапи за порядком.

1. Простий газ і пил збираються разом під дією сили тяжіння, утворюючи:
 - шматки гірських порід і деяких металів (утворення астероїдів);
 - більші брили породи з деякою кількістю газу (утворення кам'янистих планет);
 - більші скупчення газу (утворення газових планет);
 - дуже великі згустки газу, які запускають ядерні реакції (утворення зорь);
2. коли вичерпується ядерне паливо, зорі колапсують або вибухають...
3. ...утворюючи хмари газу та пилу.



Попрактикуйтеся

- 6 Опишіть різницю між міжзор'яним пилом і міжзор'яним газом.
- 7 Поясніть, як астрономи можуть спостерігати міжзор'яний газ.
- 8 Утворення міжзор'яного пилу і газу, зорь і планетних систем (зокрема астероїдів і планет) є частиною циклу. Опишіть цей цикл.



Наука в гії. Пошук екзопланет

Екзопланета — це планета, яка обертається навколо зорі, відмінної від нашого Сонця. («Екзо» означає «поза».) Оскільки вони знаходяться дуже далеко і не виробляють власного світла, їх неможливо побачити за допомогою телескопів, які фіксують світло. Однак, через те, як працює гравітаційна сила, екзопланета також притягує свою «батьківську» зорю. Великі екзопланети змушують зорі «коливатися». Астрономи можуть виміряти ці коливання за допомогою телескопів, які виявляють інші види електромагнітних хвиль, наприклад радіохвилі. Часто багато антен радіотелескопів розташовують у вигляді решіток і сигнали, які вони виявляють, підсумовуються за допомогою спеціальних цифрових пристроїв.



Більшість тарілок, що мають великі розміри, розташованих на більшій площі, сприяє поліпшенню збору даних у трьох аспектах:

- збільшення кількості об'єктів, які можна виявити;
- можливі виявлення об'єктів на більшій відстані;
- можливості виявлення менш яскравих об'єктів, непомітних для телескопів, які фіксують світло.



У 2001 році почалася реалізація проекту зі створення гігантського українського радіотелескопа (ГУРТ) нового покоління на території Радіоастрономічної обсерваторії ім. С. Я. Брауде у Харківській області. В результаті воєнних дій значна частина ГУРТ була зруйнована. Наразі проводяться заходи з відновлення радіотелескопа співробітниками Радіоастрономічного інституту НАН України. Вчені з багатьох країн світу з'єднують свої телескопи між собою, щоб усі вони могли спостерігати за одним і тим самим об'єктом одночасно. Розмір телескопа фактично дорівнює розміру Землі! Це вимагає тісної співпраці в галузі технологій та обміну даними.

Міжнародна група дослідників на чолі з українською астрофізикинею Ольгою Захожай відкрила екзопланету під назвою HD 114082 b, розташовану на відстані понад 300 світлових років від Землі. Ця планета — газовий гігант. Її діаметр майже такий самий як у Юпітера — найбільшої та наймасивнішої планети в нашій Сонячній системі, а маса — у 8 разів більша. Відкрита екзопланета є наймолодшою з-поміж відомих планет, для якої виміряно масу та розмір. Її вік — близько 15 мільйонів років.



Рис. 13.16. Радіотелескопи містять великі тарілки для збору радіохвиль



Інші галактики

За оцінками астрономів, у Всесвіті існує щонайменше 100 мільярдів галактик різних форм і розмірів. Астрономи спостерігали багато різних форм галактик (рис. 13.17), які ми можемо бачити, і порівнювали їх з вимірами зорь у нашій галактиці.





Рис. 13.17. Різні форми галактик

Ці порівняння дають змогу визначити форму та розмір Чумацького Шляху. Астрономи вважають, що в Чумацькому Шляху налічується 250 мільярдів зорь, але це лише приблизна оцінка. Коли ми дивимось в бік центру галактики, зорі, пил і газ, що знаходяться між ними і центром, закривають нам вид на іншу половину галактики. Більш повний опис оцінки кількості зорь в нашій галактиці полягає в тому, щоб сказати: 250 мільярдів зорь $\pm$ 150 мільярдів зорь.



Попрактикуйтеся

- 9 Поміркуйте, як спостереження за іншими галактиками може допомогти астрономам краще зрозуміти нашу власну галактику.
- 10 Опишіть аналогію з підрахунком кількості зорь у Чумацькому Шляху.
- 11 Астрономи розробили комп'ютерні моделі того, як зорі в галактиці обертаються навколо центру. Ці моделі можуть за лічені години показати, як галактика змінюється протягом сотень мільйонів років. Поміркуйте, як астрономи можуть перевірити свої моделі.



Підсумки

- ✏ Наша галактика, Чумацький Шлях, містить зорі, планетні системи, міжзоряний газ та міжзоряний пил.
- ✏ Наше Сонце — одна з сотень мільярдів зірок, які обертаються навколо центру Чумацького Шляху.
- ✏ Зорі в галактиці обертаються навколо центру чорної діри, завдяки ефекту сили гравітації.



Ключові поняття

Галактика, Чумацький Шлях, чорна діра, астрономічна одиниця, світловий рік, екзопланета.



Оцініть свої досягнення

- ☒ Я можу описати, як можна змоделювати Чумацький Шлях, використовуючи спостереження за іншими галактиками.
- ☒ Я можу пояснити, що таке аналогія.
- ☒ Я можу використати аналогію щоб пояснити, як астрономи оцінюють кількість зорь у Чумацькому Шляху.

Перевірте себе

I. Проводжу дослідження природи

1. З чого складається астероїд?

- А** здебільшого газ;
- Б** здебільшого пил;
- В** переважно гірська порода або метал;
- Г** камінь, оточений атмосферою.

2. Навколо яких об'єктів обертаються астероїди в нашій Сонячній системі?

- А** Юпітер;
- Б** Марс;
- В** Земля;
- Г** Сонце.

3. Скільки зорь у Чумацькому Шляху?

- А** близько 100 000 000;
- Б** близько 100 000 000 000;
- В** близько 250 000 000;
- Г** близько 250 000 000 000.



4. Що таке світловий рік?

- А** час, за який Земля обертається навколо Сонця;
- Б** відстань, яку світло долає за один рік;
- В** час, за який світло долає Чумацький Шлях;
- Г** відстань до найближчої зорі від Землі (крім Сонця).

5. Позначте твердження, що стосуються астероїдів.

- А** Деякі астероїди мають атмосферу.
- Б** Було відкрито менше 500 000 астероїдів.
- В** Астероїди обертаються навколо Сонця.
- Г** Всі астероїди занадто темні, щоб їх можна було побачити із Землі.
- Г** Уламки деяких астероїдів були знайдені на поверхні Землі.

II. Здійснюю пошук та опрацьовую інформацію

6. Поясніть, чому астрономи використовують одиницю світлового року для вимірювання відстаней всередині галактик і між ними.
7. Поміркуйте, чому людям було б дуже важко дістатися до найближчої великої галактики Андромеди.



8. Опишіть, як астрономи досі знаходять докази на підтримку своїх уявлень про розмір, форму та поведінку Чумацького Шляху.

III. Усвідомлюю закономірності природи

9. Ця коротка стаття описує астероїд Бенну. Прочитайте статтю, а потім дайте відповіді на запитання.

Бенну — невеликий астероїд з орбітою, яка наближає його до Землі набагато ближче, ніж головний пояс астероїдів. Цей астероїд дуже старий, можливо, старший за планети Сонячної системи. Вчені вважають, що Бенну може містити речовини, які були необхідні на Землі для зародження життя. Бенну також містить багато цінних матеріалів, як-от породи, багаті на залізо та алюміній, і коштовні метали, як-от платина. Космічний зонд під назвою OSIRIS-Rex досліджує Бенну і збирає зразки для повернення на Землю.



- а) Поміркуйте, чому на Бенну легше відправити космічний зонд, ніж на більшість інших астероїдів.
- б) Опишіть, як Бенну може допомогти нам зрозуміти, як утворилася Сонячна система.
- в) Поміркуйте, чому біологи зацікавлені в дослідженні зразка, який привезуть з Бенну.
- г) Запропонуйте, як Бенну може допомогти розв'язати проблеми з постачанням невідновлюваних ресурсів на Землю.
- 10. Іноді невеликі уламки гірських порід з космосу притягуються до Землі. Ці уламки рухаються з великою швидкістю і здебільшого згорають в атмосфері. Іноді уламки досягають поверхні. Ми називаємо ці вцілілі уламки метеоритами.
 - а) Ці маленькі шматочки гірської породи відколюються від утворених з гірської породи більших об'єктів, які обертаються навколо Сонця. Назвіть ці більші об'єкти.
 - б) Визначте силу, яка тягне ці шматки скелі до Землі.
 - в) Запропонуйте пояснення того, чому уламки гірських порід згорають в атмосфері.
 - г) Поясніть, як вчені можуть використовувати ці метеорити як доказ формування Сонячної системи.

Використані джерела

Розділ 1	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>1.1. Переливання крові: НУБІП, ДонорUA.</p> <p>Фото Інститут гематології: Wikimaria.</p> <p>1.3. Розробки протезів: Суспільне Медіа, Центр досліджень НБУВ.</p>
Розділ 2	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>2.1. Рекомендації МОЗ України: Міністерство охорони здоров'я.</p> <p>Тарілка здорового харчування: Harvard. The nutrition source.</p> <p>2.2. Вплив тютюнокуріння: ГО «Життя».</p>
Розділ 3	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>3.1. Хірург Вороний: перша пересадка нирки людині: BBC.</p> <p>3.2. Українські дослідники виявили новий вид рослин: Укрінформ.</p>
Розділ 4	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>4.1. Розщеплення атомного ядра українськими вченими: Дзеркало тижня.</p>
Розділ 5	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>5.2. Розчинні лікарські засоби: НФаУ, Держлікслужба.</p>
Розділ 6	<p>Поняття, терміни: Фармацевтична енциклопедія.</p> <p>6.1. «Зелена хімія»: Кафедра хімії ПНУ, Oxford University Press.</p> <p>6.2. Воднево-кисневі паливні елементи: ТДАУ, Держенергоефективності.</p>
Розділ 7	<p>7.1. Як і навіщо французи вигадали метричну систему: BBC.</p> <p>Фото ННЦ «Інститут метрології»: Інститут метрології.</p> <p>7.2. GPS моніторинг в Україні: Globus.</p> <p>Паралімпієць Олег Іваненко: Портал «Моя Київщина».</p>
Розділ 8	<p>8.1. Порада для економії пального: Екоклуб «Зелена Хвиля».</p> <p>8.2. Колодязь-журавель: Портал «Добрий господар».</p> <p>8.3. Снігохід «Харків'янка»: Національна енциклопедія будівництва.</p> <p>Перевірте себе. До Запоріжжя привезуть усесвітньо відомі Магдебурзькі півкулі: Forpost.</p>
Розділ 9	<p>9.1. Сонячна енергетика в Україні: Avenston.</p> <p>9.2. Встановили найбільший в Україні телескоп: Газета «День».</p> <p>9.3. Причини кольорової сліпоти ока: Visiobud.</p>
Розділ 10	<p>10.1. Переваги MPT у виявленні причин неврологічних симптомів: NovaMed.</p> <p>10.2. Потяги на магнітної подушці: КПІ ім. І. Сікорського.</p>
Розділ 11	<p>11.1. Бурштинська ТЕС забруднює: Суспільне Медіа.</p> <p>11.2. Зміни клімату. Парниковий ефект: EKOenergy, NATO, LibreTexts Ukrayinska.</p>
Розділ 12	<p>12.1. Рециклінг: Еко Логічні системи, GreenPost.</p> <p>12.2. Відновлювальні джерела енергії: IRENA, Держенергоефективності.</p> <p>Сталий розвиток: United Nation Development Programme.</p>



Відомості про користування підручником

№ з/п	Прізвище та ім'я учня / учениці	Навчальний рік	Стан підручника	
			на початку року	у кінці року
1				
2				
3				
4				
5				

Навчальне видання

МАНДРЕНКО Юлія Ігорівна
ЛІСІЦКАЯ Татьяна Володимирівна
ОМЕЛЯНЧУК Юлія Олександрівна
ШУЛЯК Яна Юріївна

«ПРИРОДНИЧІ НАУКИ»

**Підручник інтегрованого курсу для 8 класу
закладів загальної середньої освіти**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено**

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам
«Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

Провідна редакторка Єрьоміна Ю. А. Технічна редакторка Васильченко Н. В.
Художнє оформлення Труфена В. І., Задорожної Т. В.

Підписано до друку 27.05.2025. Формат 84×108/16. Папір офсетний.
Гарнітура Open Sans. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 25,20. Обл.-вид. арк. 19,84.
Наклад 5 859 пр. Зам. № 10104-2025.

ТОВ Видавництво «Ранок», пр. Незалежності, 5, Харків, 61022;
вул. Деревлянська, 13, Київ, 04119. E-mail: office@ranok.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7548 від 16.12.2021.

Надруковано у друкарні ТОВ «ТРИАДА-ПАК»,
пров. Сімферопольський, 6, Харків 61052.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5340 від 15.05.2017.
Тел. +38 (057) 712-20-00. E-mail: triadakniga@ukr.net



Служба підтримки:
rnk.com.ua/107946



Таблиці густин деяких речовин

(за температури 0 °C і тиску 760 мм рт. ст.)

Таблиця густин деяких речовин у твердому стані

Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Алюміній	2 700	2,70	Олово	7 300	7,30
Бетон	2 200	2,20	Оргскло	1 200	1,20
Граніт	2 700	2,70	Осмій	22 500	22,50
Дуб сухий	800	0,80	Парафін	900	0,90
Залізо	7 800	7,80	Платина	21 500	21,50
Золото	19 300	19,30	Поліетилен	940	0,94
Іридій	22 400	22,40	Порцеляна	2 300	2,30
Капрон	1 140	1,14	Свинець	11 300	11,30
Корок	240	0,24	Скло	2 500	2,50

Таблиця густин деяких речовин у рідкому стані

Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Ацетон	790	0,79	Масило	900	0,90
Бензин	710	0,71	Мед	1 420	1,42
Бензол	880	0,88	Олія	900	0,90
Вода морська	1 030	1,03	Олово рідке (за $t = 409$ °C)	6 830	6,83
Вода чиста	1 000	1,00	Нафта	800	0,80
Гас	800	0,80	Ртуть	13 600	13,60
Гліцерин	1 260	1,26	Спирт	800	0,80
Дизельне паливо	840	0,84	Сульфатна кислота	1 800	1,80

Таблиця густин деяких речовин у газоподібному стані

Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Азот	1,250	0,00125	Кисень	1,430	0,00143
Водень	0,090	0,00009	Повітря	1,290	0,00129
Вуглекислий газ	1,980	0,00198	Чадний газ	1,250	0,00125
Гелій	0,180	0,00018	Хлор	3,210	0,00321



Таблиця значень тригонометричних функцій: синуси

Величину кута вказано у градусах

Кут	Синус	Кут	Синус	Кут	Синус	Кут	Синус
0	0,000	23	0,391	46	0,719	69	0,934
1	0,017	24	0,407	47	0,731	70	0,940
2	0,035	25	0,423	48	0,743	71	0,946
3	0,052	26	0,438	49	0,755	72	0,951
4	0,070	27	0,454	50	0,766	73	0,956
5	0,087	28	0,469	51	0,777	74	0,961
6	0,105	29	0,485	52	0,788	75	0,966
7	0,122	30	0,500	53	0,799	76	0,970
8	0,139	31	0,515	54	0,809	77	0,974
9	0,156	32	0,530	55	0,819	78	0,978
10	0,174	33	0,545	56	0,829	79	0,982
11	0,191	34	0,559	57	0,839	80	0,985
12	0,208	35	0,574	58	0,848	81	0,988
13	0,225	36	0,588	59	0,857	82	0,990
14	0,242	37	0,602	60	0,866	83	0,993
15	0,259	38	0,616	61	0,875	84	0,995
16	0,276	39	0,629	62	0,883	85	0,996
17	0,292	40	0,643	63	0,891	86	0,998
18	0,309	41	0,656	64	0,899	87	0,999
19	0,326	42	0,669	65	0,906	88	0,999
20	0,342	43	0,682	66	0,914	89	1,000
21	0,358	44	0,695	67	0,921	90	1,000
22	0,375	45	0,707	68	0,927		



ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

Підручник інтегрованого курсу для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Особливості підручника:

- практична спрямованість
- подання матеріалу невеликими змістовими блоками
- покрокові інструкції до дослідницьких робіт
- компетентісно орієнтовані завдання до кожної теми
- завдання для самоперевірки до кожного розділу
- сучасний дизайн, зручний формат

Інтерактивний електронний додаток містить:

- різнорівневі завдання для кожної теми
- завдання до лабораторних досліджень

Цей підручник спонукає учнів реалізовувати свій потенціал, відчувати власну значущість, навчає мислити й працювати науково, формує уявлення про цілісну наукову картину світу та усвідомлення значення людини в ньому.



ISBN 978-617-09-9593-3



Інтерактивний
електронний додаток
до підручника
доступний за QR-кодом
або посиланням
rnk.com.ua/107884

Collins