

О. Г. Ільченко, К. Ж. Гуз

ФІЗИКА

Підручник для 7 класу

2015



Висновки



Практичні роботи



↪ перевір себе
? поміркуй



Думки великих



Подискуйте:
робота в групах



Для допитливих

Дорогі семикласники!

Цей підручник відкриває для вас двері у світ фізики - однієї з найнеобхідніших та найцікавіших наук про природу. Його написали для вас розробники "Довкілля" - моделі освіти для сталого розвитку суспільства. Чверть століття учні навчалися за підручниками до цієї моделі, яка на міжнародній виставці "Нові заклади освіти - 2014" нагороджена золотою медаллю.

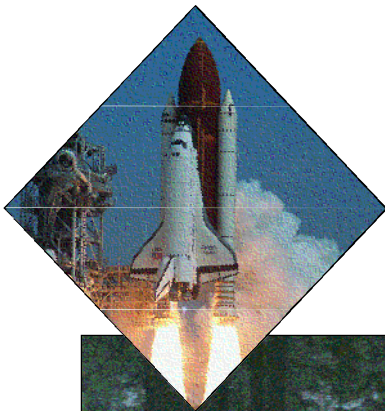
Ми бачили, як учням необхідний життєствердний національний образ світу, його основа - образ природи, який учні створювали, пояснюючи явища природи за допомогою основних, загальних закономірностей природи.

Ви можете знайти модель ядра образу природи, який ви будете конструювати, в кінці підручника. В центрі його одна семикласниця помістила лебедя, як символ того, що світ тримається на "збереженні, симетрії, вічній любові і вічній вірності". У вас буде свій образ природи, свій символ образу.

Природу не можна вивчати тільки в класі. Підручник поведе вас на уроки серед природи, на яких ви будете спостерігати, досліджувати своє довкілля, знайомитись з народними прикметами. Підручник познайомить вас з думками багатьох вчених. Не минайте рубрик "думки великих", "для допитливих".

Виконуйте лабораторні дослідження, практичні роботи, спостереження і дослідження на уроках серед природи, проекти. Систематизуйте знання та вміння на основі найбільш загальних закономірностей природи, моделюйте цілісність знань з тем - структурно-логічні схеми - "еселески", як їх лагідно називають учні. Вони допоможуть вам набувати природничо-наукової компетентності - здатності обґрунтовувати всі знання, свої дії на основі загальних закономірностей природи, бути високопрофесійним у будь-якій діяльності.

Щастя вам!



ПОЧИНАЄМО ВИВЧАТИ ФІЗИКУ



Починаючи вивчати фізику, спробуйте поставити собі запитання. Наприклад, які є найновіші досягнення науки й техніки? Як їх використовують у побуті? Чому і як ми бачимо різнобарвний світ? Під час вивчення фізики ви знайдете відповіді на багато запитань про природу, які вас цікавлять.

Слово «фізика» веде своє походження від грецького «фюзіс», що означає «природа». Природа оточує нас усюди. І ми самі — частина природи.

Вивчаючи цей розділ підручника, ви дізнаєтеся, що вивчає фізика, ознайомитеся з деякими основними фізичними поняттями, величинами, методами наукового пізнання.

ВСТУП

§ 1. ФІЗИКА ЯК НАВЧАЛЬНИЙ ПРЕДМЕТ У ШКОЛІ

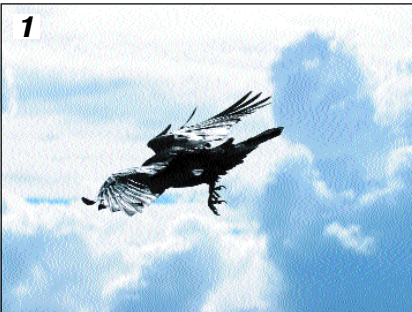
Під час вивчення курсу природознавства ви вивчали тіла, речовини, ознайомилися з деякими явищами, які будете вивчати на уроках фізики.

До *фізичних явищ* відносять:

механічні явища (рух птахів (*мал. 1, 1*), хвиль на поверхні води (*мал. 1, 2*), людей, машин, Місяця, тварин);

електричні явища (взаємодія заряджених тіл, блискавка (*мал. 1, 3*), електричний струм);

магнітні явища (Земля діє на магнітну стрілку, провідники зі струмом взаємодіють, електромагніт утримує вантажі);



Мал. 1. У фізиці вивчаються різні явища: 1, 2 — механічні, 3 — електричні та світлові; 4 — теплові і світлові

теплові явища (танення снігу; випаровування води; утворення туману, дощових крапель, сніжинок; плавлення металу (мал. 1, 4); дія нагрівальних приладів);

світлові явища (відбивання (мал. 1, 3) та заломлення світла, випромінювання (мал. 1, 3; 1, 4) та поширення світла в різних середовищах).

Фізика вивчає й інші явища, наприклад ті, що відбуваються в надрах зірок, атомних реакторах тощо. З ними ви познайомитеся пізніше.

Знання фізичних явищ та законів, що їх описують, часто використовуються на уроках інших предметів, наприклад, хімії, фізичної географії, біології.

Фізичні явища відбуваються в навколишньому світі. Цей світ складається з матерії. Усе те, що реально існує в навколишньому світі й не залежить від свідомості людини, є *матерією*. Світ *матеріальний*. Ми з вами, як і все у Всесвіті, належимо до матеріального світу.

Об'єкти навколишнього світу, які розглядають під час вивчення фізичних явищ, називають *фізичними тілами*. Це рослини, тварини, гори, планети, рукотворні об'єкти. Вони матеріальні, тобто існують незалежно від свідомості людини. Фізичні тіла (об'єкти живої та неживої природи) складаються з різних *речовин*. Зміни, що відбуваються з фізичними тілами, речовинами, називають *фізичними явищами*.

Як пояснювати властивості об'єктів, явища природи, передбачати їх перебіг? Це можна зробити на основі *законів*. Вони визначають *незалежні від людини, суттєві, стійкі зв'язки між явищами, процесами*. Закони *фізики* пояснюють фізичні явища, фізичні властивості тіл, речовин.

Вивчати фізику в школі ви будете у *фізичному кабінеті* (мал. 2). Його обладнання дає змогу проводити експерименти та виконувати лабораторні роботи. Деякі дослідження ви будете проводити на *уроках серед природи*.



Мал. 2. У фізичному кабінеті

Фізичний кабінет та правила поведінки в ньому

Під керівництвом учителя розгляньте обладнання фізичного кабінету (*мал. 2*).

Запам'ятайте основні правила поведінки, яких необхідно дотримуватися у фізичному кабінеті:

1. Будьте уважними, дисциплінованими, обережними, неухильно виконуйте вказівки вчителя.
2. Не тримайте на робочому місці предмети, не потрібні при виконанні завдання.
3. Розміщуйте обладнання і прилади на робочому місці так, щоб уникнути їх падіння.
4. Перед тим, як почати виконувати роботу, ознайомтеся з описом роботи і продумайте хід її виконання.
5. Не приступайте до виконання роботи без дозволу вчителя.
6. Обережно поводьтеся з приладами, що виготовлені зі скла (лінзи, трубки, лампочки, мензурки, пробірки тощо), щоб їх не розбити.
7. Не допускайте падіння приладів та обладнання, розгойдування важків, перевантаження пружин.

8. Після закінчення роботи поставте обладнання та прилади в такому порядку, як вони були розміщені до початку роботи.
9. Приберіть все на своєму робочому місці.
10. Повідомте вчителя про закінчення роботи.
11. Не залишайте своє робоче місце без дозволу вчителя.



Для допитливих

Природничо-наукова картина світу та образ природи

Пояснюючи різноманітні явища (фізичні, хімічні, біологічні, географічні) з використанням загальних закономірностей природи, ви будете набувати знань про *природничо-наукову картину світу*.

Термін «природничо-наукова картина світу», як і термін «матерія», є спільним для всіх природничих предметів — фізики, хімії, біології, фізичної географії, астрономії. *Природничо-наукова картина світу* — це система знань, яка утворюється під час пояснення людиною властивостей об'єктів, явищ природи на основі її загальних закономірностей.

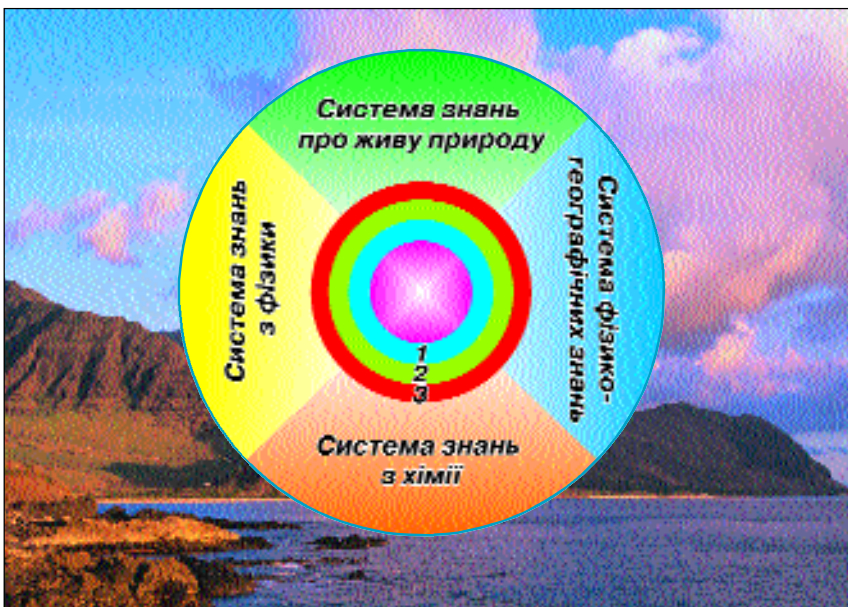
Історія природознавства свідчить, що зусилля наук про природу спрямовані на відкриття законів природи. Найбільше значення з них мають загальні закономірності природи. Вони пояснюють не тільки окремі явища природи, а й часткові закони, що стосуються окремих груп явищ, наприклад, теплових, електричних, світлових. За допомогою загальних закономірностей людство намагається створити систему наукових знань про світ — природничо-наукову картину світу.

Кожна людина прагне задовольнити свою природну потребу в пізнанні світу, створюючи його власний образ — систему знань про світ, яка є відображенням

реального світу у свідомості людини. Основою образу світу людини є її *образ природи*. Це система знань, яка формується, як і природничо-наукова картина світу, на основі загальних закономірностей природи.

Природничо-наукова картина світу спільна для всіх людей. А образ природи — індивідуальна, особистісно значима система знань. Саме образ природи значною мірою визначає поведінку кожної окремої людини.

Як ви пригадуєте з курсу природознавства, *система* — це сукупність елементів, між якими існує закономірний зв'язок. Усі елементи знань про природу, отримані під час вивчення фізики, хімії, біології, географії, ви будете пов'язувати за допомогою загальних закономірностей природи. Модель образу природи можна зобразити таким чином (мал. 3):



Мал. 3. Модель образу природи семикласника, в основі якого закономірності: 1 — збереження; 2 — спрямованості самочинних процесів; 3 — періодичності процесів у природі



У курсі фізики ви будете вивчати фізичні тіла, речовини, з яких складаються тіла, фізичні явища та фізичні закони і закономірності. Пояснювати фізичні явища, фізичні закони на основі загальних закономірностей природи, моделювати свій образ природи.

Уроки фізики проводяться у фізичному кабінеті, де учні мають дотримуватися правил безпечної поведінки.



↪ 1. Що ти будеш вивчати на уроках фізики? 2. Що ти можеш додати до визначення: «Фізичне явище — це...»
3. Назви правила безпечної поведінки у фізичному кабінеті.

? 1. Чим відрізняється фізичне тіло і речовина?



1. Як ви плануєте моделювати свій образ природи? 2. Що спільного між образом природи і природничо-науковою картиною світу?

РОЗДІЛ I. **ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ**

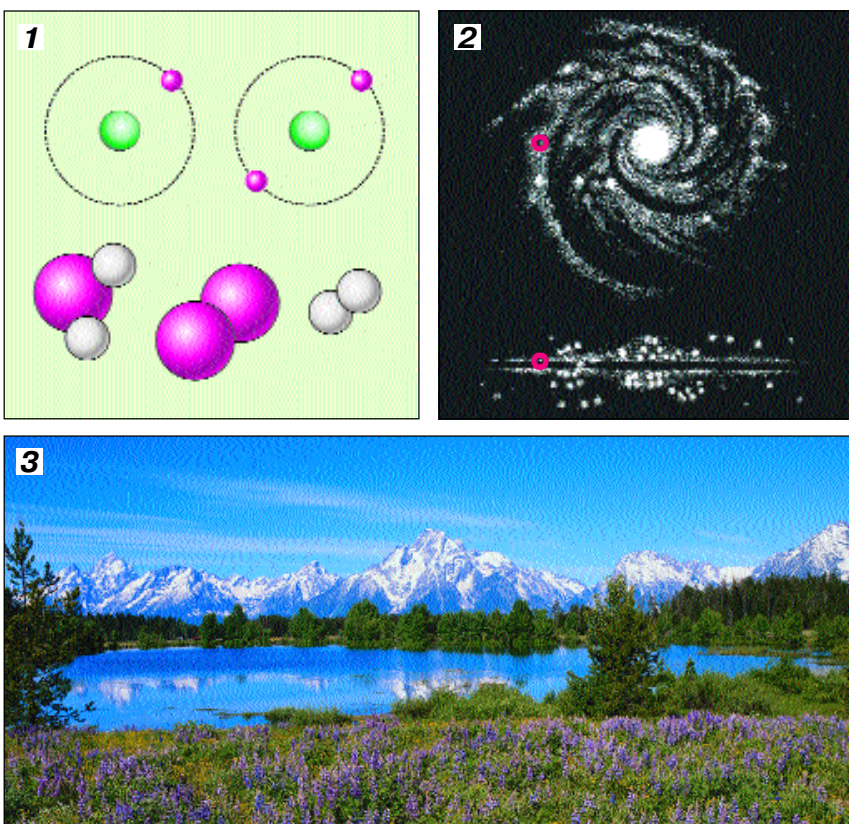
§ 2. **ФІЗИКА ЯК ФУНДАМЕНТАЛЬНА НАУКА ПРО ПРИРОДУ**

Що вивчає фізика? Фізика займає особливе місце серед наук про природу. Саме вона вивчає світобудову, найбільш загальні закономірності, що лежать в основі існування світу. Без фізичних знань людина не може створити будівлі, машини, будь-які пристрої, одяг, взуття... Випікати хліб, освітлювати та обігрівати житло допомагає фізика. Ця наука потрібна інженерам, робітникам, лікарям...

Важливим завданням фізики є відкриття законів, які пояснюють та пов'язують між собою фізичні явища, що стосуються різних об'єктів та їх систем у навколишньому світі.

Розгляньте зображені на мал. 4 об'єкти. Багато з них вам уже відомі з курсу природознавства. Ви бачите природні системи, які продовжите вивчати не тільки в курсі фізики, а й на уроках хімії, біології, астрономії та географії. Ці природничі науки тісно пов'язані між собою.

Під час вивчення курсу природознавства ви мали дізнатися про зміст законів збереження і перетворення



Мал. 4. 1 – атоми, молекули; 2 – вигляд нашої Галактики з різних точок космічного простору (червоним обведено місцезнаходження Сонячної системи); 3 – об'єкти макросвіту

енергії, збереження маси речовини, отримати початкове уявлення про атомно-молекулярне вчення. У цьому класі на уроках фізики та хімії ваші знання розширяться і поглибляться.

Зв'язок фізики з іншими науками. Фізика вивчає різні об'єкти. Серед них є дуже малі, невидимі неозброєному оку людини (мікросвіт), космічні об'єкти (мега-світ), об'єкти, серед яких живе людина (макросвіт). Зміни, пов'язані з різноманітними об'єктами, підлягають єдиним законам природи. В основі багатьох природних процесів і явищ лежать одні й ті ж закони.

У всіх природничих наук єдиний об'єкт дослідження — природа. Науками, суміжними з фізикою, є астрофізика, біофізика, фізична хімія, хімічна фізика, геофізика... Природничі науки використовують фізичні методи дослідження.



Фізика — фундаментальна наука про природу. Фізика вивчає об'єкти мікро-, макро- і мега-світу та фізичні явища, що з ними пов'язані, загальні закономірності перебігу явищ природи, властивості об'єктів природи.



↪ **1.** Назви 5—6 професій, що потребують знання фізики. **2.** Наведи приклади об'єктів, які вивчає фізика. **3.** Наведи приклади явищ, що вивчаються у фізиці. **4.** Наведи приклади об'єктів, які належать до різних структурних рівнів матеріального світу. **5.** З якими науками пов'язана фізика?



1. Назвіть загальні закономірності природи і поясніть, чому вони називаються загальними. **2.** Прокоментуйте вислів давньогрецького вченого Геракліта, наведений нижче. Чи можете вказати «причини, які правлять усім через усе»?



Багатознайство не навчає розуму. Блаженство полягає у пізнанні причин, які правлять усім через усе.

Геракліт

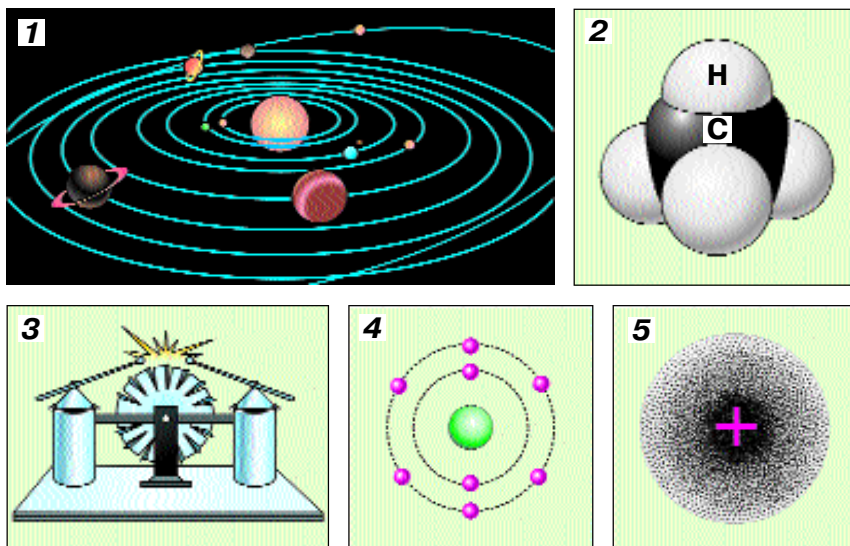
§ 3. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ. ВИМІРЮВАННЯ. ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ

Спостереження та експеримент. Із курсу природознавства ви вже знаєте, що існують різні методи дослідження природи: *спостереження, експеримент, моделювання, вимірювання*. Ці методи використовуються і під час дослідження фізичних об'єктів та явищ. Властивості об'єктів, фізичні явища описують і пояснюють на основі *законів та теорій*.

Спостереження допомагають встановити вихідні факти. Наприклад, спостерігаємо, що всі тіла падають на Землю, при нагріванні тіла розширюються, у дзеркалі можна побачити зображення об'єктів. Учені накопичують і порівнюють подібні факти, виявляють зв'язки між ними, відповідають на запитання, що виникають під час спостережень. Наприклад, чи всі тіла падають на землю з однаковою швидкістю? Чи всі тіла при нагріванні розширюються однаково? Чому зображення у плоскому дзеркалі відрізняється від зображення у сферичному дзеркалі? Щоб переконатися в об'єктивності спостереження, відповісти на запитання, учені ставлять спеціальні експерименти (досліди).

Найскладніше в науковому пізнанні — виявлення сутності спостережуваних явищ, відкриття законів, що лежать у їх основі. Цей етап потребує від дослідника широких знань, досвіду, сміливості, здатності робити припущення, висловлювати гіпотези.

Наприклад, блискавку й грім люди спостерігали з давніх-давен, боялися цього явища природи. Американський учений Б. Франклін (1706—1790) припустив, що блискавка — це електрична іскра. Її можна спостерігати, коли в темноті розчісувати чисте волосся або гладити kota. Але потрібно мати цілісне уявлення про природу, щоб між цими явищами виявити спільне.



Мал. 5. Моделі об'єктів та явищ: 1 – Сонячної системи; 2 – молекули метану; 3 – блискавки; 4 – атома Оксигену (планетарна); 5 – атома Гідрогену (хвильова)

Для перевірки своєї гіпотези Б. Франклін поставив експеримент. Він запустив повітряного змія і до кінця мотузки прив'язав залізного ключа. Під час грози вчений підніс до ключа палець і відчув удар іскри. Такі розряди він отримував під час дослідів з електричним струмом. Отже, для того щоб зробити відкриття, ученому потрібно було висунути припущення (гіпотезу) про сутність спостережуваного явища (блискавки) і поставити експеримент, який спирався на попередні спостереження за електричним струмом.

Історія знає багато прикладів сміливих гіпотез. Наприклад, тисячоліттями художники намагалися пояснити різнобарвність навколишнього світу. Чому тіла мають різні кольори? Цю загадку допомогла розгадати спостережливість великого англійського вченого Ісаака Ньютона. Він довів, що у пучку білого світла можна виявити багато різних кольорів.

Моделювання об'єктів і явищ. Під час експерименту в лабораторних умовах не завжди можна провести дослідження явища, яке спостерігається у природі. Це може бути пов'язане з тим, що досліджуються невидимі об'єкти мікросвіту (*мал. 5, 2*), величезні за земними мірками об'єкти мегасвіту або явища, які небезпечні для людини (наприклад, блискавка). Тому фізики в багатьох випадках вдаються до моделей, за допомогою яких спрощено відтворюють протікання явища, розглядають моделі об'єктів, що представляють їх у зменшеному чи збільшеному вигляді. Наприклад, можна отримати «блискавку» за допомогою електрофорної машини, розглянути моделі атомів, молекул, модель Сонячної системи тощо (*мал. 5*).

Моделі одного й того ж об'єкта можуть бути різними. Наприклад, відомі різні моделі атома (*мал. 5, 4; 5,5*).

Фізичні величини. Вимірювання. Засоби вимірювання та похибки. Досліди або експерименти найчастіше супроводжуються вимірюваннями. Характеристики, властивості тіл чи процесів, які можуть бути виміряні, називають *фізичними величинами*. З багатьма із цих величин ви вже познайомилися, вивчаючи курс природознавства: довжина, об'єм, температура, маса, енергія тощо.

Кожна фізична величина вимірюється певною *одиноцею*. Багато країн користуються Міжнародною системою одиниць (скорочено СІ — система інтернаціональна). Серед основних одиниць цієї системи такі: одиниця довжини — 1 метр (1 м); одиниця часу — 1 секунда (1 с); одиниця маси — 1 кілограм (1 кг); одиниця температури — 1 кельвін (1 К).

На практиці використовуються також кратні одиниці, які в 10, 100, 1000 і т. д. разів більші, і частинні одиниці, що в 10, 100, 1000 і т. д. разів менші від прийнятих одиниць. Для позначення цих одиниць

у СІ використовуються спеціальні приставки: мега (М), кіло (к), мікро (мк), мілі (м), санти (с) та ін. (табл. 1).

Таблиця 1

**Приставки СІ для утворення кратних
і частинних одиниць**

<i>Приставка</i>	<i>Множник</i>	<i>Приставка</i>	<i>Множник</i>
Мега (М)	$1\,000\,000 = 10^6$	Деци (д)	0,1
Кіло (к)	$1\,000 = 10^3$	Санти (с)	0,01
Гекто (г)	$100 = 10^2$	Мілі (м)	0,001
Дека (да)	$10 = 10^1$	Мікро (мк)	0,000 001

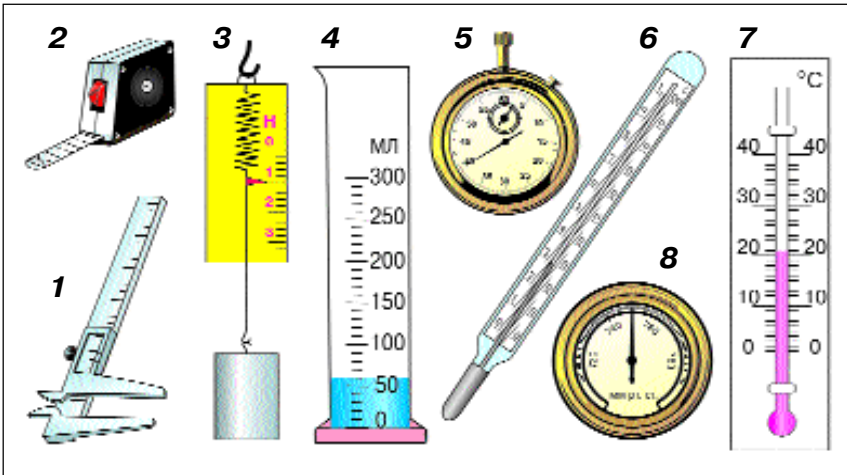
Є й інші системи одиниць, а також позасистемні одиниці. Наприклад, серед одиниць вимірювання лінійних розмірів тіла можете зустріти одиницю 1 ангстрем. 1 ангстрем = $1/10\,000\,000\,000$ м. Цією одиницею користуються для вимірювань у мікросвіті (молекул, атомів тощо).

Для вимірювання і проведення дослідів потрібні різні *вимірювальні прилади* (мал. 6). Більшість із них знайомі вам з початкової школи та курсу природознавства: рулетка, динамометр, мензурка, секундомір, термометр, барометр.

З мал. 6 видно, що вимірювальні прилади мають *шкалу* з поділками, біля яких у багатьох з них написані числові значення величин, що їм відповідають.

Розгляньте лінійки — прилади для вимірювання довжини (мал. 7). Ці лінійки відрізняються тим, що відстані між штрихами, позначеними цифрами (1, 2, 3 і т. д.), розділені не на однакову кількість поділок, тому шкали лінійок мають різну ціну поділки: 0,5 см і 1 мм.

Щоб виміряти якусь фізичну величину, наприклад, об'єм рідини, потрібно поставити мету: з якою точністю ми будемо її вимірювати. Далі вибираємо необхідний вимірний прилад, визначаємо ціну поділки його шкали (мал. 6, 4).



Мал. 6. Вимірювальні прилади: 1 – штангенциркуль; 2 – рулетка; 3 – динамометр; 4 – мірний циліндр; 5 – секундомір; 6, 7 – термометри; 8 – барометр

Для визначення ціни поділки шкали необхідно обрати числові значення проти двох найближчих штрихів шкали. Далі потрібно відняти від більшого значення менше і отримане число розділити на число поділок між обраними штрихами. Наприклад, визначимо ціну поділки шкали мірного циліндра, зображеного на мал. 6, 4. Оберемо два штрихи, біля яких стоять цифри 100 мл і 150 мл (мілілітрів; 1 мл = 1 см³). Інтервал шкали між цими штрихами розділений на 5 поділок.

Визначимо ціну однієї поділки шкали.

$$\text{Ціна поділки шкали} = \frac{150 \text{ мл} - 100 \text{ мл}}{5} = 10 \text{ мл}$$

Таким чином, у мірному циліндрі 60 мл, або 60 см³ рідини.

Інколи значення вимірюваної величини знаходиться між поділками шкали приладу. У такому разі результат необхідно округлити.

Похибка вимірювання. Розглянемо процес вимірювання фізичної величини на прикладі визначення довжини тіла.

На мал. 7 показано вимірювання довжини бруска за допомогою двох лінійок: ціна поділки шкали однієї з них — 0,5 см, другої — 1 мм. Значення довжини, отримане за допомогою першої лінійки, — 5 см, другої — 5,1 см.

Отже, перший результат отриманий з точністю до 0,5 см. Точність вимірювання в другому випадку становить 1 мм. Лінійка зі шкалою, що має меншу ціну поділки, дає змогу отримати результат, більш наближений до реального.

При вимірюванні завжди припускаємося похибки вимірювання.

Чим менша ціна шкали поділки приладу, тим менша похибка вимірювання, тобто тим більша точність вимірювання.

Похибка вимірювань під час користування приладами, що мають шкалу з рівномірно нанесеними поділками, дорівнює половині ціни поділки.

У розглянутому вище прикладі вимірювання довжини бруска результат має вигляд:

при вимірюванні першою лінійкою (мал. 7 а)

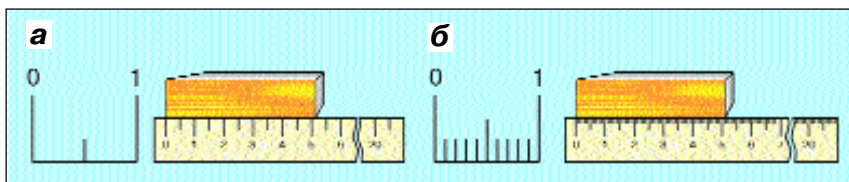
$$l = 5 \text{ см} \pm 0,25 \text{ см}$$

при вимірюванні другою лінійкою (мал. 7 б)

$$l = 5,1 \text{ см} \pm 0,05 \text{ см}$$

при вимірюванні об'єму рідини (мал. 6, 4)

$$V = 60 \text{ мл} \pm 5 \text{ мл}$$



Мал. 7. Лінійки з різною ціною поділки шкали: а — 0,5 см; б — 1 мм

Надалі ви навчитесь визначати різні види похибок та науково оформляти результати вимірювань, проводити вимірювання з використанням різноманітних приладів.



Дослідження фізичних об'єктів включає спостереження, експеримент, вимірювання, моделювання. Вимірювання фізичних величин проводиться у певних одиницях. Найчастіше ви будете використовувати одиниці СІ. Перед вимірюванням фізичних величин визначають характеристики вимірювальних приладів.



↪ **1.** Назви методи фізичних досліджень. **2.** Яку температуру показують термометри, зображені на мал. 6, 6 і мал. 6, 7? Визнач ціну поділки цих термометрів. **3.** Який час показує секундомір (мал. 6, 5)? **4.** Якими фізичними приладами ти вмієш користуватися? **5.** Назви основні одиниці СІ та відповідні їм кратні й частинні.

? **1.** Чим відрізняється значення фізичної величини та одиниці її вимірювання? **2.** Як вибрати вимірювальний прилад, щоб виміряти величину з необхідною точністю? **3.** Чому у фізиці використовують кратні й частинні одиниці вимірювання? Чи пов'язано це якимось із структурними рівнями навколишнього світу? **4.** Вирази у метрах відстані: 3 мм; 15 см; 30 км.



1. Чи згодні ви з таким визначенням: «Фізична величина — властивість, спільна в якісному відношенні для багатьох матеріальних об'єктів та індивідуальна в кількісному відношенні для кожного з них»?

§ 4. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ВИМІРЮВАЛЬНИМИ ПРИЛАДАМИ. ВИЗНАЧЕННЯ ЦІНИ ПОДІЛКИ ШКАЛИ

Лабораторна робота № 1

Мета роботи: навчитися визначати ціну поділки вимірювальних приладів та похибку вимірювань лінійки, мензурки, термометра.

Прилади і матеріали: лінійки; брусок, довжину якого слід виміряти; 2 мензурки з різною ціною поділки; склянка з водою і невелика посудина, місткість якої необхідно виміряти; 2 термометри з різною ціною поділки.

Хід роботи

1. Вивчіть шкалу лінійки, рулетки, мензурок, термометрів і заповніть таблицю.

Характеристики вимірювальних приладів

<i>Назва вимірювального приладу</i>	<i>Лінійки</i>	<i>Мензурки</i>		<i>Термометри</i>	
<i>Одиниці вимірювання</i>					
<i>Межі вимірювання</i>					
<i>Ціна поділки</i>					
<i>Похибка вимірювання</i>					

2. Виміряйте довжину бруска, місткість посудини та температуру води в ній. Заповніть таблицю.

Результати вимірювання

<i>Вимірювана величина</i>	<i>Покази з асоби вимірювання</i>	<i>Похибка вимірювання</i>
<i>Місткість (об'єм) посудини</i>	1	
	2	
<i>Довжина бруска</i>	1	
	2	
<i>Температура води</i>	1	
	2	

3. Зробіть висновок про зроблені вимірювання.

ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ МАЛИХ ОБ'ЄКТІВ

Лабораторна робота №2

Мета роботи: ознайомитися зі способами вимірювання середніх розмірів малих тіл.

Прилади і матеріали: лінійка дерев'яна, пшоно, намистинки в коробках.

Хід роботи

1. Визначити ціну поділки шкали лінійки та межі вимірювання.

2. Виміряти діаметри пшонини, намистини.

3. Користуючись способом рядів, визначити середній діаметр пшонини, намистинок. Результати вимірювань занести в таблицю.

№ досліджу	Тіло	Кількість частинок у ряду	Довжина ряду, мм	Розмір частинки, мм
1	Пшоно			
2	Намистинки			
3	(інші)			

4. Користуючись лінійкою, виміряйте товщину аркуша паперу підручника фізики; діаметр тонкого дроту.

§ 5. ПОЧАТКОВІ ВІДОМОСТІ ПРО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

Речовина і поле. Ви вже знаєте, що природні тіла складаються з речовини, виготовлені людиною предмети — з речовини або матеріалів.

Знаєте також, що заряджені тіла притягуються або відштовхуються, магніт притягує виготовлені із заліза речі. Підкинутий угору м'яч падає на землю, бо Земля притягує його. Наведені приклади фізичних явищ

пояснюються тим, що в природі існують два види матерії — речовина і поле. Відштовхування наелектризованих тіл відбувається завдяки електричному полю, дія магніту — завдяки магнітному полю, притягання тіл до Землі — завдяки гравітаційному полю. Прояви поля ви будете вивчати в курсі фізики.

Становлення та основні положення атомно-молекулярного вчення про будову речовини. З чого складається речовина? Це питання здавна цікавило людей. Понад дві тисячі років тому давньогрецький мислитель Анаксагор учив: «Кістки складаються з маленьких кісточок, кров — з краплинок крові, золото — із шматочків золота». Творцями вчення про будову речовини були сучасники Анаксагора — Левкіп, Демокріт та ін. Уже давно вчені дійшли висновку, що речовина не є суцільною, вона складається з маленьких частинок, кожна з яких зберігає властивості цієї речовини. Золото подумки можна ділити доти, доки «шматочок» не стане найменшим, цукор — до найдрібнішого його «шматочка». Якщо цукор укинути у воду, він розчиниться. Розчин цукру на вигляд не відрізняється від води. Але скуштувавши його, ми скажемо, що цей розчин містить цукор.

Найменші частинки речовини — невидимі, однак вони зберігають її властивості. Для багатьох речовин такими частинками є молекули. Вам про це відомо ще з початкової школи. У 5 класі на уроках природознавства, пояснюючи будову речовини, ви опиралися на такі основні положення: *1) всі тіла складаються з молекул чи атомів; 2) частинки, з яких складаються тіла, взаємодіють між собою; 3) перебувають у безперервному хаотичному русі.* Ці положення мають назву положень *атомно-молекулярного вчення.*

Капнемо на скло трохи розчину цукру і трохи розчину кухонної солі. Коли розчин висохне, на склі

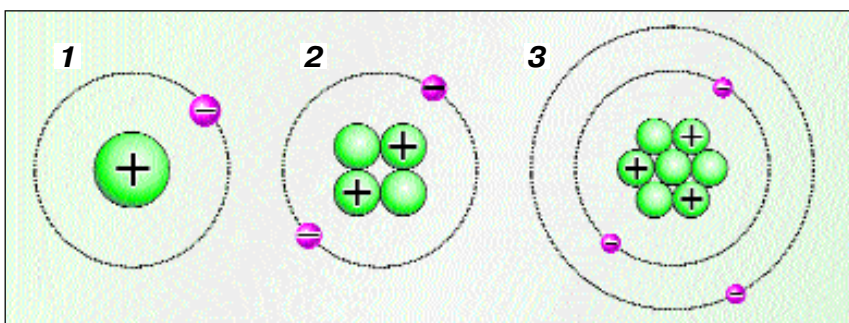
побачимо тільки дві білуваті плями — сліди від розчинів. Куди ж поділася вода? Вода випарувалася. А частинки, з яких складається кухонна сіль чи цукор, об'єдналися між собою, створивши кристали. *Кристали* — це тверді тіла, частинки яких розташовані в певному порядку. Білуваті плями на склі — то сукупності кристаликів кухонної солі і цукру.

Обвуглимо шматочок цукру на спиртівці. Залишок вкинемо у воду. Обвуглений цукор не розчиняється у воді. При горінні відбулося перетворення речовини. Молекули цукру зруйнувалися, а частинки, з яких склалися молекули, утворили інші структури.

Молекули, атоми та йони. Молекули речовини складаються з атомів. Атом означає «неподільний». Таку назву йому дали вчені стародавньої Греції. Найбільш відомий із них — Демокріт. Він учив, що у світі немає нічого, крім атомів та порожнечі, що атоми неподільні і вічні. Тому світ є вічним.

Наприкінці минулого століття стало відомо, що атом має складну будову. В центрі його міститься ядро, яке складається з нейтронів і позитивно заряджених протонів, а навколо рухаються електрони (*мал. 8*).

У природі існують атоми різних видів. Вони відрізняються за складом ядра і кількістю електронів. Кожний вид атомів або елемент має свою назву. Пригадайте



Мал. 8. Моделі атомів: 1 — Гідрогену; 2 — Гелію; 3 — Літію

відомі вам з курсу природознавства елементи та їхні хімічні знаки: Гідроген Н, Оксиген О, Нітроген N, Карбон С...

Електрони атома рухаються навколо ядра, утворюючи електронну оболонку. Стабільність будови атома як системи обумовлена електричною взаємодією ядра і електронів. Негативний електричний заряд електронів у атомі дорівнює позитивному електричному зарядові його ядра. Атоми — нейтральні системи. Якщо в атомі (групі атомів) не вистачає електронів або є їх надлишок, то такий атом (група атомів) називається *іоном*. Він має позитивний чи негативний заряд.

Отже, *найменшими складовими частинками багатьох речовин, які зберігають їх властивості, є молекули. Молекули складаються з атомів. Атом має складну будову: він містить ядро і електрони.*

На мал. 9 ви бачите моделі деяких молекул. Молекула води складається з двох атомів *Гідрогену* та одного атома *Оксигену*, молекула вуглекислого газу — з двох атомів *Оксигену* й одного — *Карбону*. Найменшою частинкою цих речовин, що зберігає їх властивості, є *молекула*. Є речовини, для яких такою частинкою є *атом* (наприклад, метали). Візьміть до уваги: при всіх перетвореннях атоми не зникають і не виникають з нічого. Яка загальна закономірність природи це забороняє?



Для допитливих

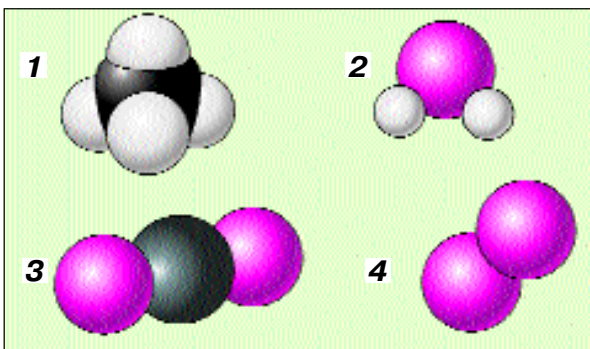
Взаємодія частинок речовини.

Отже, речовина складається з атомів чи молекул, які розділені проміжками і перебувають у постійному русі. Чому ж тверді тіла не розпадаються на окремі молекули? Більше того, тверде тіло взагалі важко зруйнувати.

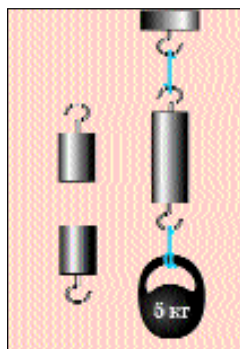
Важко розірвати дрiт чи гумовий шнур або розламати камiнь. Це можна пояснити тим, що мiж молекулами i атомами iснують сили притягання. Яка їх природа? Хоча в цiлому атоми i молекули, з яких вони складаються, електрично нейтральнi, мiж ними на малих вiдстанях дiють значнi сили, що мають електромагнiтну природу. Вiдбувається взаємодiя мiж ядрами й електронами сусiднiх атомiв, або мiж електронами та атомними ядрами сусiднiх молекул. Одночасно мiж електронними оболонками атомiв чи молекул дiють сили вiдштовхування.

Унаслiдок того, що атоми (молекули) електрично нейтральнi, сили взаємодiї мiж ними стають значними лише на малих, сумiрних iз розмiрами цих частинок вiдстанях. На вiдстанях, що в декiлька разiв перевищують розмiри молекул чи атомiв, силою їх взаємодiї можна знехтувати.

Якщо скласти уламки розбитої тарiлки, щоб одержати тiло такої самої форми, нiчого не вийде. Навiть якщо близько притиснути уламки один до одного, промiжки мiж ними будуть такi, що притягання мiж молекулами не виникне. Мiжмолекулярна взаємодiя проявляється тiльки на дуже малих вiдстанях, що сумiрнi iз розмiрами атомiв чи молекул.



Мал. 9. Моделі молекул: 1 — метану; 2 — води; 3 — вуглекислого газу; 4 — кисню



Мал. 10. Свинцеві циліндри

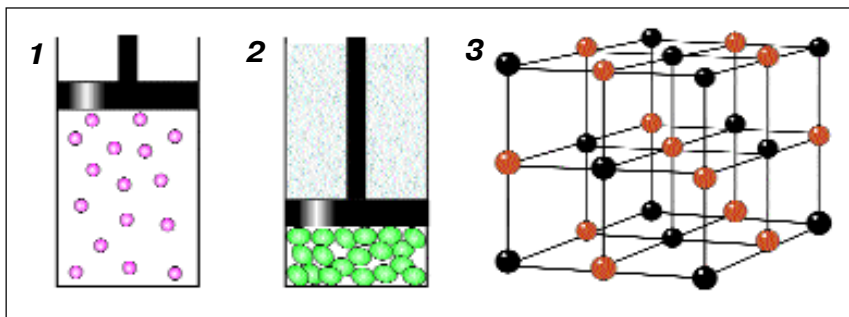
Уламки можна склеїти — заповнити проміжок між ними речовиною, молекули якої будуть розташовані на такій відстані від молекул речовини уламків, що між ними виникне притягання.

Злипаються і не розриваються навіть при значному навантаженні 2 свинцевих циліндри, дуже щільно притиснуті один до одного свіжими рівними зрізами, що гарно відполіровані (*мал. 10*). Розтягнемо пружину — вона змінить свою форму. Коли ми відпустимо пружину, вона відновить форму. Це пояснюється тим, що між молекулами, з яких складається тіло, існують сили притягання.

Тепер стиснемо пружину. Відпустивши її, побачимо, що вона також відновить свою форму. Отже, при зближенні молекул між ними виникають сили відштовхування.

Тіла, які після припинення зовнішньої дії відновлюють свою форму чи об'єм, називають *пружними*. Розтягнута або стиснута пружина здатна набути попередньої форми. Зігнута металева лінійка — розпрямиться. Це приклади прояву тілами пружності.

Не всі тіла мають таку властивість. Наприклад, із пластиліну можнавиліпити будь-яку фігуру. Тіла, які після припинення зовнішньої дії зберігають змінену форму, називаються *пластичними*.



Мал. 11. 1 — газ; 2 — рідина; 3 — тверде тіло

Між молекулами (атомами), з яких складаються тіла, існують сили взаємодії — притягання і відштовхування.

Будова газоподібних, рідких і твердих тіл. У газах відстань між молекулами в середньому набагато більша від розмірів молекул. Газы легко стискаються, оскільки при цьому лише зменшується відстань між молекулами (мал. 11, 1). Тому газы не зберігають ні об'єму, ні форми. Молекули газів рухаються зі швидкостями сотень метрів за секунду, взаємодіючи між собою під час короткочасних зіткнень. Вони вільно рухаються у всьому наданому їм об'ємі. Численні удари молекул об стінки посудини створюють тиск газу.

У рідинах молекули розташовані щільно одна біля одної (мал. 11, 2). Молекули рідини затиснуті сусідніми молекулами і коливаються, зіштовхуючись із ними. Найбільш «швидкі» молекули можуть залишити своє місце і переміститися на нове. І так увесь час. Тому рідини не мають сталої форми, вони текучі, але зберігають свій об'єм. Молекули рідини перебувають одна від одної на відстанях, сумірних із розмірами молекул. А отже, рідини важко стиснути.

Частинки (атоми, молекули, йони), з яких складаються тверді тіла, на відміну від рідин, коливаються навколо певних положень рівноваги і не переміщуються в тілі. Тому тверді тіла зберігають не тільки об'єм, а і форму. На відміну від молекул рідини, рух яких подібний до неупорядкованого руху людей у натовпі, частинки багатьох твердих тіл розташовані впорядковано і утворюють кристали. На мал. 11, 3 зображено модель кристала кухонної солі.



Тіла складаються із частинок (молекул, атомів, йонів), які взаємодіють між собою. Сили взаємодії між частинками речовини мають електро-

магнітну природу. Різниця у будові газоподібних, рідких, твердих тіл обумовлена характером руху та взаємодії частинок, із яких вони складаються.



✎ 1. Сформулюйте основні положення атомно-молекулярного вчення. 2. Чим молекули відрізняються від атомів? 3. Яку будову мають атоми?

? 1. Які явища вказують на те, що між частинками, з яких складаються речовини, існують сили взаємодії? 2*. Як в основних положення атомно-молекулярного вчення проявляються загальні закономірності природи?



1. Виліпіть із пластиліну моделі молекул кисню, вуглекислого газу, води. 2. Курка під дощем мокне, а качка — ні. Що ви можете сказати про сили притягання між молекулами води і молекулами поверхні пір'я курки та качки? 3. Чому на листі одних рослин утворюється роса, а листя інших мокре, краплин роси на ньому не видно? 4. Як можна пояснити властивості твердих тіл, рідин і газів, виходячи з молекулярної будови речовини? 5. Прочитайте думку Д. Хевеші, прокоментуйте її. Які поняття ви використовуєте, щоб узагальнити знання про будову речовини і включити їх у природничо-наукову картину світу та свій образ природи?



Мислячий розум не почуває себе щасливим, поки йому не вдається пов'язати воедино розрізнені факти, які він спостерігає.

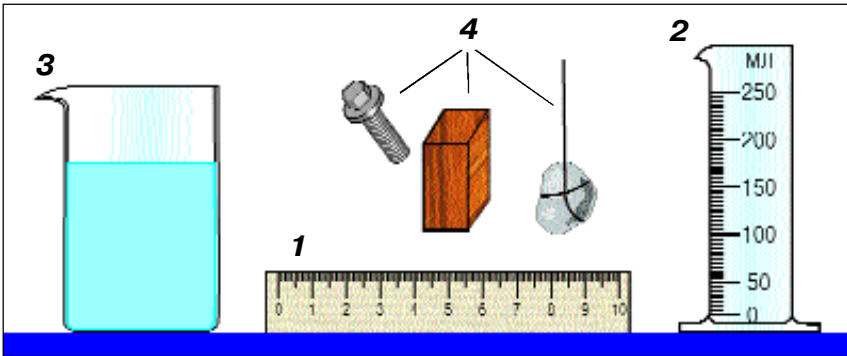
Д. Хевеші

§ 6. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ ТВЕРДИХ ТІЛ, РІДИН І СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Лабораторна робота № 3

Мета: навчитися визначати об'єм тіл будь-якої форми, рідин і сипких матеріалів.

Прилади і матеріали: лінійка (1), мірний циліндр (2), склянка з водою (3), брусок і 2 тіла неправильної форми (4), які повинні вміщатися у мірний циліндр (мал. 12), пшоно в склянці.



Мал. 12. Прилади і матеріали для лабораторної роботи № 3

Хід роботи

Виміряйте лінійкою розміри бруска та визначте його об'єм за формулою:

$$V = h \text{ (висота)} \times L_1 \text{ (ширина)} \times L_2 \text{ (довжина)}.$$

Визначте ціну поділки шкали мірного циліндра. Налийте в нього води. Виміряйте об'єм води, запишіть його значення V_1 . Занурте брусок у воду. Визначте його об'єм за допомогою мірного циліндра. Порівняйте з об'ємом бруска, визначеним за допомогою вимірювання його розмірів лінійкою. Зробіть висновок.

Визначте об'єм тіл неправильної форми, занурюючи їх у воду, налиту у мірний циліндр. Об'єм тіла розрахуйте за формулою: $V = V_2 - V_1$, де V — об'єм тіла, V_1 — об'єм рідини в мірному циліндрі до занурення тіла, V_2 — об'єм тіла та рідини. Вимірювання повторіть кілька разів. Результати вимірювань занесіть у таблицю.

Насипте у мірний циліндр пшоно, визначте його об'єм.

V_1, cm^3	V_2, cm^3	V, cm^3

Зробіть висновок. Наведіть приклади інших способів визначення об'єму пшоно.

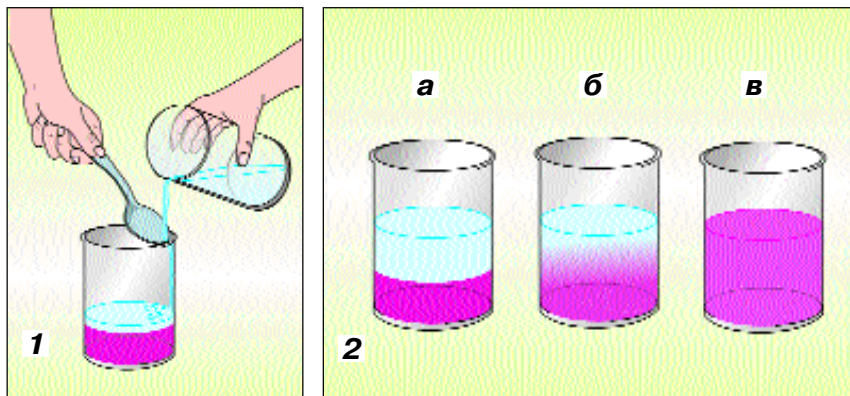
*§ 7. ЯВИЩА, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЧЕННЯ ПРО БУДОВУ РЕЧОВИНИ

Для допитливих

Дифузія. Чи доводилось вам бути в сосновому лісі літнього дня? А в липовому гаю, коли цвіте липа? Кожній рослині властивий свій неповторний запах. У який спосіб поширюються пахощі, приємні чи неприємні? Відповісти на це можна так: молекули газів, із яких складається повітря, і пахучих речовин безперервно рухаються. Цей рух невпорядкований, тобто не має певного переважного напрямку. Його ще називають хаотичним. Тому пахощі поширюються в усіх напрямках.

Виконаємо такий дослід. У склянку з розчином забарвленої речовини, наприклад, калій перманганату («марганцівки»), обережно доллемо води (*мал. 13*).

Упродовж деякого часу існуватиме межа між водою і розчином, а потім вона почне зникати. Частинки розчиненої речовини будуть рухатися, проникаючи у проміжки між молекулами води, а молекули води також переміщатимуться, проникаючи



Мал. 13. Дифузія в рідинах

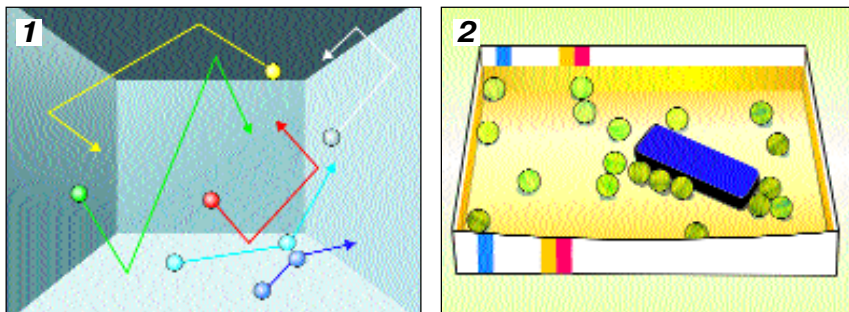
у проміжки між частинками, з яких складається розчин. Поступово забарвлення рідини у посудині стане рівномірним (*мал. 13, 2 а, б, в*).

Спочатку у посудині був «порядок» — зверху містилася незабарвлена вода, внизу — забарвлений розчин. Унаслідок хаотичного руху молекул води і частинок розчиненої речовини сталося самочинне перемішування рідин, що привело до поширення барвника по всьому об'єму рідини. Тепер годі дочекатися, щоб молекули води і частинки барвника розділилися і зверху була чиста вода, а внизу — забарвлений розчин. Невпорядкованість сама по собі ніколи не перетвориться на порядок. Тобто процес, який ми спостерігаємо, самочинно може відбуватися тільки в одному напрямку, він необоротний.

Явище взаємного проникнення частинок однієї речовини у проміжки між частинками іншої внаслідок хаотичного безперервного руху частинок речовин називається дифузією. Завдяки дифузії неупорядкованість у розташуванні частинок збільшується.

Руху молекул чи атомів, із яких складається речовина, ми не бачимо. А явище дифузії можна спостерігати. Воно є одним із основних доказів безперервного хаотичного руху частинок речовини.

Броунівський рух. Не тільки дифузія є доказом руху молекул чи атомів. Невпорядкованість та неперервність руху частинок речовини доводить *броунівський рух*. У 1827 р. англійський ботанік Р. Броун (1773—1858), розглядаючи під мікроскопом завислі у воді спори плавуна, помітив неупорядкований рух спорів. Швидкість руху спорів збільшувалася з підвищенням температури. Р. Броун навіть подумав, що ці частинки живі і тому рухаються. Пізніше було доведено, що цей рух є наслідком хаотичного руху молекул води.



Мал. 14. Моделі броунівського руху частинок

Виявилось, що аналогічно рухаються частинки диму у повітрі (мал. 14, 1); частинки туші у воді, якщо їх розглядати за допомогою мікроскопа. З мал. 14, 2 можна зрозуміти, чому частинки рухаються під дією ударів молекул. Молекули, рухаючись хаотично, ударяють частинку з різних сторін. Кількість молекул, що вдаряють броунівську частинку одночасно з кожного боку, різна. У якийсь момент частинка рухається в той бік, із якого на неї діє найменше частинок. У наступний момент ситуація міняється, і частинка рухається в іншому напрямку. Ви можете зробити діючу модель такого руху, привівши в рух кульки (мал. 14, 2).

На честь Р. Броуна безладний рух завислих у рідині чи газі частинок під впливом ударів молекул цих рідини або газу називається броунівським рухом. Як і явище дифузії, броунівський рух слугує доказом того, що молекули рідини або газу рухаються хаотично.

Рух частинок речовини існує безперервно. Його інтенсивність зростає із підвищенням температури тіла. Причиною цього є те, що із збільшенням температури швидкість руху частинок речовини зростає. Частинки, з яких складається речовина, рухаються завжди, незалежно від того, у якому стані перебуває речовина: газоподібному, рідкому чи твердому. Тому дифузія відбувається в газах, рідинах, твердих тілах.

Найшвидше дифузія відбувається в газах, більш повільно — у рідинах, найповільніше — у твердих тілах. Швидкість протікання дифузії збільшується зі зростанням температури.



Явища дифузії, броунівського руху доводять, що речовина складається з окремих частинок, які перебувають у безперервному хаотичному русі. З підвищенням температури швидкість руху частинок збільшується. Проникнення частинок однієї речовини у проміжки між частинками іншої внаслідок їх хаотичного руху називається дифузією.



↪ **1.** Що таке дифузія? **2.** Наведи приклади дифузії в газах, рідинах. **3.** Що таке броунівський рух? **4.** Як дифузія і броунівський рух підтверджують хаотичний рух молекул речовини?

? **1.** Як швидкість дифузії залежить від температури? **2.** Яку роль відіграє дифузія в живій природі (пригадай із курсу природознавства процеси дихання, живлення організмів)?



1. Доведіть, що дифузія — самочинне проникнення частинок однієї речовини у проміжки між частинками іншої. Якому загальному закону підлягає дифузія? **2.** Налийте в склянку холодної води й опустіть у неї (через трубочку) кристалики калій перманганату. Не перемішуючи води, визначте, через який час барвник потрапить у верхній шар води. У другу склянку налейте гарячої води і так само опустіть кристалики барвника. У якій воді забарвлення пошириться швидше? Як ви думаєте, чому?



Учителями у вас повинні бути лише закони природи. Вони незаперечні й незмінні, хто їх не знає, той помиляється.

В. І. Вернадський

§ 8. ІСТОРИЧНИЙ ХАРАКТЕР ФІЗИЧНОГО ЗНАННЯ. ВИДАТНІ ВЧЕНІ-ФІЗИКИ. ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ УЧЕНИХ У РОЗВИТОК І СТАНОВЛЕННЯ ФІЗИКИ

Термін «фізика» введений давньогрецьким ученим Аристотелем (384—322 рр. до н. е.). Твори Аристотеля можна назвати великою енциклопедією стародавньої науки. Перелік його праць зайняв би багато місця. У колі наукових інтересів ученого були фізика, метеорологія, зоологія, психологія...

Аристотель (*мал. 15*) намагався створити закінчену наукову картину світу, у центрі якої поставив Землю. У наш час може здатися дивним, що вчення Аристотеля панувало в науці майже 2 000 років.

Майбутній учений народився у Північній Греції, у родині лікаря. Хлопець виявляв мало інтересу до медицини, неуважно вислуховував таємниці професії, хоча радісно супроводжував батька у походах за травами для виготовлення ліків. На батька градом сипалися запитання: як птах літає і скільки на світі звірів? Чому випущений з руки камінь падає? Як рухається Місяць?

У всьому, що спостерігав, хлопець намагався знайти порядок, закон. І він здійснив головну справу свого життя — довів, що у світі панує порядок, а в існуванні Всесвіту — закон.

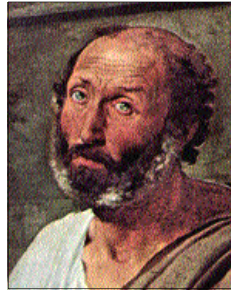
З деякими ученими, які відкрили закони фізики, ви вже знайомі. Це англійський учений Ісаак Ньютон (1643—1727), французький учений Блез Паскаль (1623—1662) (*мал. 15*), англійський учений Дж. Джоуль. На честь цих учених названі одиниці фізичних величин: сили (ньютон), тиску (паскаль), енергії (джоуль).

Кожен учений заслуговує на те, щоб молодь зацікавилася його життям. Життя вченого сповнене величезної праці на благо людей та на користь природі.

Коперник, Галілей, Кеплер створювали геліоцентричну картину світу, згідно з якою Земля разом з іншими планетами обертається навколо Сонця. У картині світу, створеній Ньютоном, Всесвіт складається з рухомих тіл і порожнечі. Тіла взаємодіють між собою завдяки всесвітньому тяжінню й рухаються згідно із законами природи. Всесвіт Ньютона безмежний у просторі й часі та незмінний від дня виникнення.

Картина світу, створена Ньютоном, не залишилася вічною. Учені довели існування електромагнітного поля, з картини світу зникла порожнеча. Серед перших дослідників електромагнітного поля — англійський фізик Майкл Фарадей (1791—1867). Учений працював протягом 10 років, виконуючи щодня десятки дослідів і прагнучи «перетворити магнетизм на електрику». Нарешті в 1831 році Фарадею вдалося отримати електричний струм завдяки зміні магнітного поля навколо провідника (явище електромагнітної індукції). Це був початок ери електрифікації.

У підручнику неможливо згадати всіх, кому ми зобов'язані своїм сучасним життям. Зверніться до літератури. Зокрема у біографічному довіднику Ю. О. Храмова «Фізика» знайдете короткі відомості про М. Фарадея і ще про 1000 творців фізичної науки!



Мал. 15.
Зверху вниз:
Аристотель;
І. Ньютон;
Б. Паскаль;
М. Фарадей



Мал. 16.
Зверху вниз:
К. Ціолковський;
Ю. Кондратюк;
С. Корольов;
Д. Іваненко

Внесок українських учених у розвиток науки. Українська земля багата на талановитих учених (мал. 16). К. Е. Ціолковського справедливо називають батьком космічної техніки. Ще у 1903 році він докладно розробив теорію ракети як єдиного двигуна, здатного перемістити людину до інших планет Сонячної системи. К. Е. Ціолковський запропонував ідею складної ракети — прототип сучасних багатоступінчастих ракет. Коріння К. Е. Ціолковського на українській землі. Його рід походить від Северина Наливайка з Волині. Батько К. Е. Ціолковського народився на Рівненщині.

Не можна не згадати Ю. В. Кондратюка (1897—1941) — геніального конструктора, ученого-теоретика, відомого винахідника в галузі космонавтики.

Серед відомих у всьому світі фізиків уродженець Полтавщини Д. Д. Іваненко (1904—1994), який розробляв будову атомного ядра.

Україна гордиться Є. О. Патонем (1870—1953) та Б. Є. Патонем — видатними українськими вченими в галузі електрозварювання. Б. Є. Патон народився 1918 р. у м. Києві, він президент Національної Академії наук України, заснована ним наукова школа в галузі електрозварювання славиться у всьому науковому світі.

На Київщині народився А. П. Александров (1903—1994) — провідний

спеціаліст у галузі атомної науки і техніки. Учений зробив також важливий внесок у розв'язання проблеми отримання синтетичних каучуків і пластмас.

Житомир пишається С. П. Корольовим (1907—1966) — творцем практичної космонавтики, керівником багатьох програм польоту людини в космос.



До розвитку фізики як науки доклали зусиль учені багатьох країн. Значний внесок у розвиток фізики належить українським ученим. Картина світу з часом змінюється, науковці додають до неї нові відомості, які уточнюють попередні.



↪ **1.** Назви відомих тобі учених та охарактеризуй їхній внесок у розвиток природничо-наукової картини світу, технічного прогресу. **2.** Назви відомих українських учених. **3.** Укажи одиниці вимірювання фізичних величин, названих на честь учених. Які фізичні величини вимірюються цими одиницями?

? **1.** Згідно з уявленням Аристотеля Земля вважалася розміщеною в центрі світу. Така система світу називалася геоцентричною. Чи можеш навести докази, що суперечать ідеї Аристотеля? **2.** Чому природничо-наукова картина світу змінюється? **3.** Чи змінилися твої уявлення про природничо-наукову картину світу порівняно з шостим класом? Які нові поняття в ній з'явилися?



1. М. Коперник, а за ним інші вчені, серед яких І. Ньютон, створили геліоцентричну картину світу, згідно з якою в центрі світу знаходиться Сонце, а навколо нього рухається Земля та інші планети. Один учений про Ньютона сказав: «Він — найщасливіша людина у світі, бо систему світу можна створити один раз». Чи погоджуєтеся ви з тим, що природничо-наукова картина світу з часів Ньютона лишилася незмінною? **2.** Чому вчені приділяють велику увагу дослідженню космосу?



Для допитливих

Оберіть проект: «Космонавтика і наука».

§ 9. ФІЗИКА В ПОБУТІ, ТЕХНІЦІ, ВИРОБНИЦТВІ

Фізика у побуті. Вивчаючи цей розділ, ви ознайомилися з фізичними величинами, ідеями, з творцями фізичної науки, які відкривали закони природи, на їх основі створювали пристрої, машини, що полегшують життя людини, роблять її побут комфортним. Ми не можемо уявити свого життя без електроприладів, телефону, телевізора, комп'ютера, автомобіля (*мал. 17*).

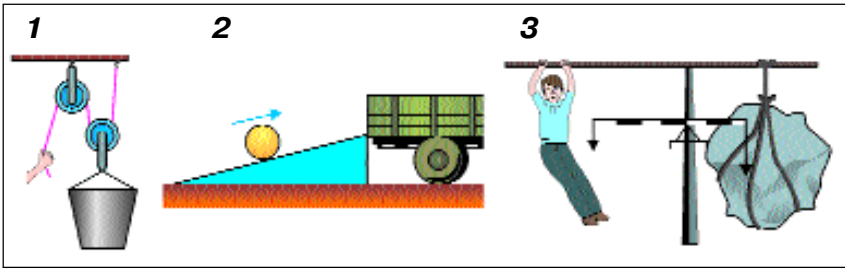
Перелік необхідних нам предметів сучасної техніки, створених на основі знань про фізичні явища й закони, може бути дуже довгим. Досить згадати Інтернет, радар, космічні апарати, літаки, швидкісні поїзди тощо.

Фізика і техніка. Виробничі технології. У підручниках фізики, за якими навчалися ваші батьки, серед предметів повсякденного побуту ще не згадувалися мобільні телефони, комп'ютери, сучасні електропристрої для приготування їжі. Але фізика й тоді, як і завжди, була однією з найцікавіших, найважливіших наук.

Грамотність людини починається з вивчення азбуки, а технічна грамотність неможлива без вивчення простих механізмів. Без знань про їх принципи роботи



Мал. 17. Сучасна техніка: 1 — телевізор; 2 — комп'ютер; 3 — комбайн; 4 — автомобіль на сонячних батареях; 5 — літаки; 6 — катер



Мал. 18. Прості механізми: 1 — рухомий та нерухомий блоки;
2 — похила площина; 3 — важіль

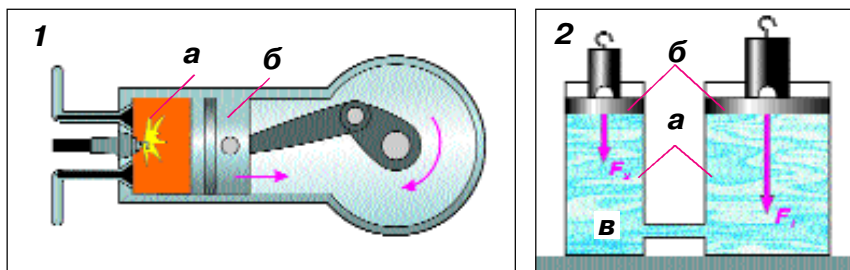
неможливо зрозуміти дію більш складних сучасних машин. Розгляньте деякі прості механізми (мал. 18) та пригадайте, де їх можна зустріти.

Більшість автомобілів не обходиться без двигуна внутрішнього згоряння (мал. 19, 1). Його дія заснована на використанні внутрішньої енергії палива. Воно згоряє в камері згоряння. Утворені при цьому гази розширюються й штовхають поршень. Механічна енергія від поршня передається до коліс автомобіля. У двигуні внутрішнього згоряння відбувається перетворення внутрішньої енергії палива на механічну.

Гідравлічний прес часто застосовується в сучасній техніці (мал. 19, 2). Він дає вигреш у силі завдяки передачі тиску рідиною від поршня меншого діаметра до поршня більшого діаметра. Детальніше з принципом дії гідравлічного преса ви познайомитеся пізніше.

Відкриття у фізиці викликали науково-технічну революцію, яка почалася в минулому столітті. Значний поштовх у розвитку однієї з найдавніших наук — астрономії — пов'язаний з розвитком космонавтики. Із попереднього параграфу ви дізналися про багатьох учених, винахідників, які присвятили розвитку космонавтики своє життя.

Космос притягує дослідників не лише тому, що людина прагне пізнати світ. У космосі — невичерпні запаси



Мал. 19. 1 — модель двигуна: а — камера згоряння, б — поршень; 2 — модель гідравлічного преса: а — циліндри, б — поршні, в — рідина

енергії, потреба у якій увесь час зростає. Енергія, яку отримує Земля від Сонця, перевищує потреби людства майже в 30 000 разів. Але ми поки що навчилися будувати геліоелектростанції з малою потужністю.

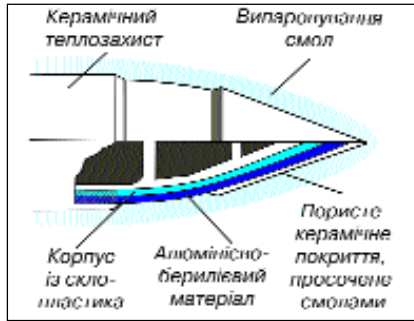
Основний вид енергії сучасності — електрична енергія, джерелом її є переважно гідро-, теплові та атомні електростанції. Проектувати, будувати й експлуатувати складне обладнання електростанцій повинні спеціалісти з глибокими знаннями фізики.

Інформатизація, автоматизація виробничих процесів — один із важливих напрямів технічного прогресу. Складність сучасного промислового виробництва, зростання взаємозв'язків між окремими виробничими процесами потребують використання електронних автоматизованих систем управління (мал. 20), в основі яких — дія комп'ютерних систем. Вони можуть керувати електропотягами, кораблями, контролювати рух літаків на аеродромах і в повітрі, діагностувати стан здоров'я людини, точність виготовлення деталей машин і виконувати багато інших робіт. Майже в усіх галузях машинобудування спостерігається перехід на автоматизовані технологічні процеси.

Значну роль у науково-технічному прогресі відіграє використання нових високотехнологічних матеріалів. Без них неможливий розвиток авіакосмічної техніки,



Мал. 20. Пультавтоматичної системи управління



Мал. 21. Схема будови стінки головного блоку космічного корабля

енергетики тощо. Наприклад, для надзвукових літаків, ракет необхідні матеріали, що зберігають міцність при температурі, вищій від 1300°C .

Алюміній, що використовується в авіації, плавиться при температурі 660°C . Деякі деталі ракет повинні працювати при температурі понад 3400°C . Вченим доводиться створювати сплави, комбіновані матеріали, які б витримували такі високі температури.

Під час польоту в атмосфері обшивка космічного корабля розігрівається до дуже високої температури. Захист космічних апаратів потребує особливих матеріалів і конструкторських рішень. На мал. 21 подана схема будови стінки головного блоку космічного корабля.

Стінка складається з декількох шарів. Зовнішній шар зроблений з матеріалів, які при нагріванні випаровуються, на що витрачається велика кількість теплоти. Поглинута теплота відводиться в навколишній простір. За ним іде шар алюмінієво-берилієвого матеріалу. Корпус головного блоку корабля зроблений із легкого і міцного склопластику.

Яку б галузь техніки ви не розглянули, переконаєтеся у важливості знань про будову і властивості речовини. Так, атомна енергетика була б неможливою

без радіоактивних речовин, а сучасні телевізори, комп'ютери — без напівпровідників.

Що зробило такими важливими ці речовини? Наполеглива праця дослідників. Солі урану та напівпровідники були відомі давно. Потрібно було вивчити їхні властивості, щоб знайти застосування цим речовинам. Але непізнаного, невідкритого ще багато.

Фізика — це техніка майбутнього, наука, що визначає лідерство країни на політичній арені. Відкриття роблять сміливі, наполегливі.



Завдяки використанню наукових знань, значною мірою фізичних, людина створила безліч механізмів і машин, які використовує для своїх потреб у побуті, на виробництві, у наукових розробках. Фізика — основа науково-технічного прогресу.



↪ **1.** Які ти знаєш прості механізми? **2.** У чому дають вигравш прості механізми? Наведи приклади. **3.** Наведи приклади побутових пристроїв, для створення яких необхідні знання з фізики. Чи потрібні знання з фізики при використанні цих пристроїв? **4.** Наведи приклади промислового обладнання, для створення якого необхідні знання з фізики.

? 1. Чи могла б розвиватися техніка без фізики? **2.** Чи могла б розвиватися фізика без техніки? Відповідь обґрунтуй прикладами. **3.** Наведи приклади застосування простих механізмів у автомобілі, швейній машині, велосипеді. **4.** Яким термометром можна виміряти температуру 1300 °C або 3 400 °C?



1. Які найновіші досягнення техніки вас цікавлять? З якими знаннями з фізики ви пов'язуєте ці досягнення? **2.** Чи могла б фізика стати лідером технічного прогресу без зв'язку з іншими науками? **3.** Як ви думаєте, чи допомагає у відкриттях їх авторам система знань про природу (образ природи, природничонаукова картина світу)? Поясніть свою думку.

§ 10. ЗАСТОСУВАННЯ ЗНАТЬ ПРО МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ

Урок серед природи

Мета уроку: пізнання природних та створених людиною об'єктів середовища життя та їх зв'язку із явищами природи й станом довкілля.

Прилади і матеріали: термометр, барометр, лінійка, рулетка, дозиметр (якщо є можливість), секундомір, годинник, фотоапарат (по можливості).

Хід уроку

1. Оберіть природні та штучні системи в довкіллі, з якими ви пов'яжете фізичні явища. За вказівкою учителя виміряйте лінійні розміри, визначте площу, об'єм об'єктів. Чи є в довкіллі простір, не зайнятий жодним тілом?

2. Перевірте своє вміння вимірювати проміжки часу (наприклад, час руху автомобіля на певному відрізку шляху). Дослідіть, чи з однаковою точністю вимірюються проміжки часу за допомогою годинника й секундоміра.

3. Назвіть джерела енергії у вашому довкіллі. Спробуйте виявити марні витрати енергії (відкриті труби теплотраси, двигун нерухомого автомобіля довго працює тощо).



Мал. 22. Дозиметри

4. Охарактеризуйте фізичні явища, які спостерігаєте в довкіллі.

5. Зверніться до народних прикмет та зробіть прогноз стану довкілля на найближчий час.

6.* За наявності дозиметра (мал. 22) під керівництвом учителя виміряйте забрудненість довкілля радіонуклідами.

Задачі до розділу «Фізика як природнича наука. Методи наукового пізнання»

1. Випишіть окремо назви фізичних тіл і речовин: олівець, перо, книжка, велосипед, мотоцикл, трактор, літак, ракета, дерево, сталь, папір, гума, залізо, скло, вода, пара.

2. Чи є однакові тіла (мають однакові призначення та назву), виготовлені з різних речовин? Назвіть такі тіла і речовини, з яких вони виготовлені.

3. Фізичними тілами один учень назвав скло, дерево, воду, а другий учень це ж саме назвав речовинами. Чи не зробив хто-небудь з них помилки? Як повинен пояснити свої приклади кожен з учнів?

4. Назвіть фізичні тіла, які мають таку саму назву, як і речовини, з яких вони виготовлені.

5. Які зміни, що відбуваються з водою, можна назвати фізичними явищами?

6. Без спеціальних засобів (костюми, маски) людина не може тривалий час перебувати у воді. Але ви, мабуть, не підозрюєте, що все своє життя оточені водою і не тонете. Чому? Про що тут іде мова? Якщо важко відповісти відразу, то пригадайте, в яких станах може бути вода.

7. Наведіть приклади фізичних явищ, які спостерігаєте в шкільній майстерні.

8. Ввійшовши увечері в затемнену кімнату, ввімкніть електролампочку. Які фізичні явища при цьому відбуваються?

9. Які фізичні явища відбуваються під час спалювання дров у грубці?

10. За допомогою лінійки проведіть на аркуші паперу три-чотири відрізки однакової довжини. Виміряйте їх довжини масштабною лінійкою з точністю до 0,1 см і запишіть результати.

11. Виміряйте довжину 5—6 однакових гвіздків і обчисліть середню довжину гвіздка.

12. Користуючись масштабною лінійкою, виміряйте діаметр 5-копійкової монети в 4—5 напрямках з точністю до 0,1 мм. Запишіть одержані результати. Визначте середнє значення діаметра та похибки окремих вимірювань. Виміряйте середню товщину 5-копійкової монети, користуючись штангенциркулем. Як можна точніше виміряти цю товщину за допомогою масштабної лінійки?

13. Зробіть мітку на поверхні землі і відійдіть від неї на 50—60 кроків. Зробіть і тут мітку. Виміряйте рулеткою віддаль між мітками і обчисліть середню довжину вашого кроку. Чи однакова довжина кроку в різних учнів і чи може вона бути одиницею довжини?

14. Знаючи середню довжину кроку, виміряйте віддаль вашої квартири до школи.

15. Накресліть у зошиті відрізок прямої лінії. Виміряйте його довжину масштабною лінійкою або саморобною мірною стрічкою, що має сантиметрові поділки, з точністю до 0,1 см, а потім лінійкою, що має міліметрові поділки, з точністю до 0,1 мм. Порівняйте

одержані результати. В якому випадку точніше визначена довжина відрізка і чому?

16. Для виготовлення котушки до детекторного приймача учень має дріт. Як він зможе виміряти його діаметр, якщо в нього є лише масштабна лінійка з міліметровими поділками? Виміряйте і ви діаметр тонкої дротини за допомогою масштабної лінійки.

17. Вимірюючи діаметр тонкої дротини, учень намотав на олівець щільно 49, 79, 108 витків її. Довжина обмотаної частини олівця була відповідно 5, 8 і 11 мм. Який середній діаметр дротини?

18. Як за допомогою мензурки визначити місткість чайної ложечки, середній об'єм краплини води або яких-небудь дрібних предметів (дріб, кульки від малих шарикопідшипників тощо)?

Домашні експериментальні завдання

1. Визначте й запишіть межі вимірювання та ціну поділки шкали мірних склянок, медичного шприца. Визначте об'єм посуду, яким ви користуєтеся (чашки, тарілки, ложки).

2. Визначте площу своєї долоні, використавши аркуш паперу в клітинку. При підрахунку кількості клітинок на контурі долоні неповні клітинки рахуйте за половину.

3. За допомогою сантиметрової стрічки виміряйте довжину свого кроку. На обраному відрізку шляху підрахуйте кількість кроків і визначте величину шляху (у см, м, км).

УЗАГАЛЬНИТЬ ВИВЧЕНЕ

1. Як можна довести, що фізика – фундаментальна наука про природу?

2. Сформулюйте основні положення атомно-молекулярного вчення; дайте його дослідне обґрунтування на основі загальних закономірностей природи.

3. Назвіть відомі вам фізичні явища та фізичні тіла, які вивчалися в цьому розділі. Чи можете довести, що пояснення фізичних явищ ґрунтується на загальних закономірностях природи?

4. Яке значення має фізика в житті людини?

5. Визначте ціну поділки шкали та межі вимірювання запропонованих учителем вимірювальних приладів. Виміряйте розміри, площу, об'єм запропонованих учителем об'єктів.

6. Яких правил поведінки слід дотримуватися у фізичному кабінеті?

7. Яких вітчизняних та зарубіжних учених-фізиків ти знаєш? Над якими фізичними проблемами ти б хотів працювати (яку тему проекту ти обрав чи хочеш запропонувати для обговорення)?

8. Чи зацікавили тебе історичні факти з розвитку фізики? Історію яких відкриттів ти б хотів досліджувати?

9. За якими формулами розраховуються відомі тобі фізичні величини? У яких одиницях ці величини вимірюються?

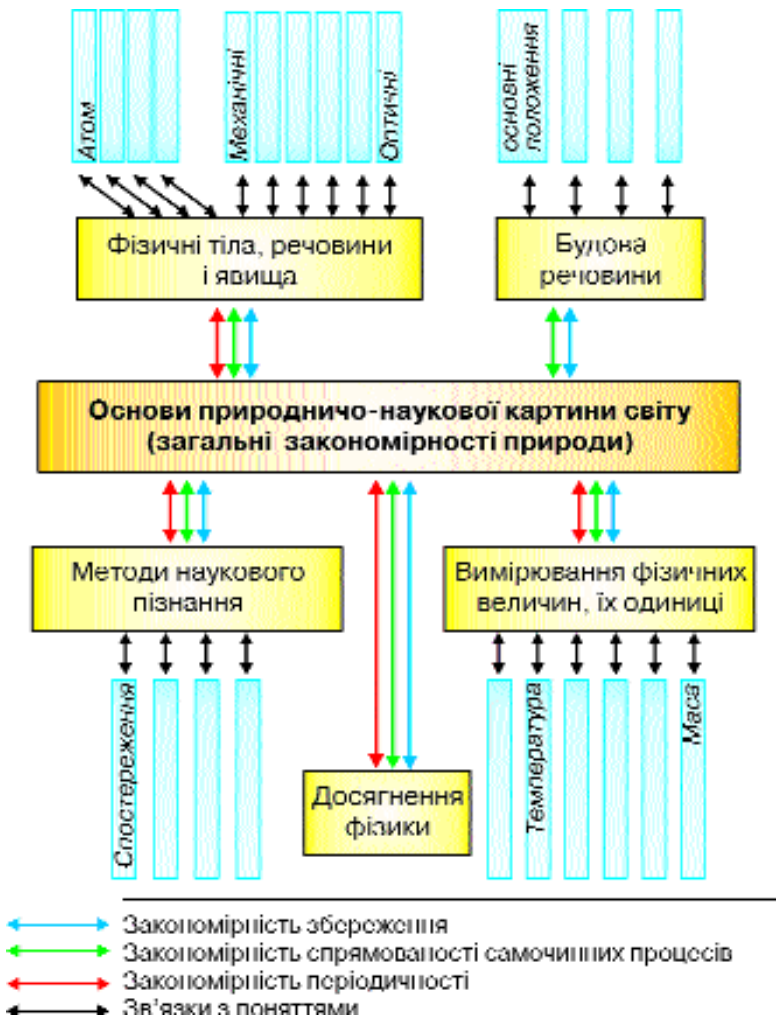
10. Наведи приклади технічних пристроїв, що використовуються в наукових дослідженнях. Які фізичні явища лежать в основі їх роботи?



Для допитливих

1. Структуруйте отримані під час вивчення розділу знання за допомогою структурно-логічної схеми за зразком, поданим на мал. 23.

Якщо можливо, додайте до схеми малюнки.



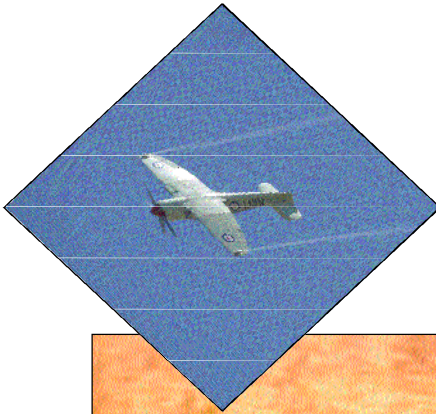
Мал. 23. Варіант структурно-логічної схеми узагальнення знань до розділу 1

2. Прочитайте наведений нижче вислів Дж. Бруно. Як його можна використати для обґрунтування зв'язків у структурно-логічній схемі?



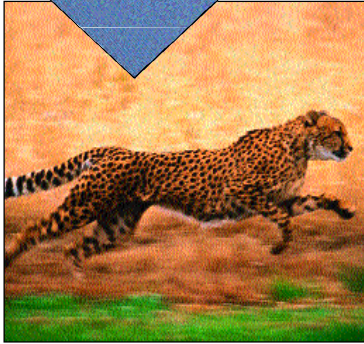
Усі речі знаходяться у Всесвіті, і Всесвіт — у всіх речах: ми — у ньому, він — у нас. Так усе сходиться в довершеній єдності.

Дж. Бруно



Розділ II

МЕХАНІЧНИЙ РУХ



Вивчивши розділ, ви будете знати загальні відомості про рух; характеристики прямолінійного та криволінійного руху; який закон описує рух того чи іншого тіла; як визначити положення тіла у будь-який момент часу; ці знання дозволять досліджувати механічні явища, розв'язувати задачі, пов'язані з ними.

§11. МЕХАНІЧНИЙ РУХ. ВІДНОСНІСТЬ РУХУ

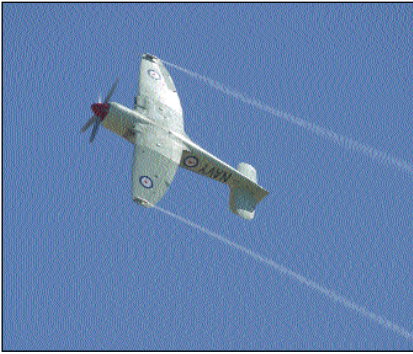
Подивимося у вікно. Що приверне нашу увагу — дерево напроти, пішохід, голуб і кіт, який підкрадається до нього, чи машина? Побачити можна багато: навколишній світ такий різноманітний. Але якщо запитати, які зміни ви помічаєте найчастіше, то відповідь буде, напевне, єдиною. Змінюється положення предметів(або тіл, як кажуть фізики) відносно Землі і одних тіл відносно інших. Біжить собака чи мчить автомобіль, летить птах чи тече струмок, рухається спортсмен — незважаючи на те, що ці тіла є такими різними, з ними відбувається один і той же процес: їх положення відносно Землі чи інших тіл змінюється з перебігом часу (мал. 24).

Зміну з часом положення одного тіла відносно інших тіл називають механічним рухом.

Отже, будь-який механічний рух завжди є відносним рухом, переміщенням одного тіла відносно якогось іншого тіла. Космонавт, який сидить у кріслі на космічній станції, мчить разом зі станцією з величезною швидкістю відносно поверхні Землі, але перебуває в спокої відносно станції. Тому говорити про механічний рух, не вказуючи, відносно яких тіл спостерігається цей рух, не коректно.



Мал. 24. Механічний рух



Мал. 25. Рух літака



Мал. 26. Рух автомобіля

Рух відносно поверхні Землі людини, автомобіля, літака, ракети, човна, політ птаха, падіння сніжинок чи листя, течія води, рух повітря (вітер) — все це приклади механічних рухів. Рух окремої молекули є також механічним рухом, як і рух штучного супутника та Місяця навколо Землі чи обертання Землі навколо своєї осі і навколо Сонця.

Переміщуючись з однієї точки в іншу, тіло рухається по деякій лінії. Цю лінію називають *траєкторією руху тіла*. Якщо олівцем накреслити на листку паперу лінію, то побачимо траєкторію руху кінчика олівця. Так само видимої траєкторію — лижню — залишає на снігу лижник або літак у польоті (мал. 25). Часто говорять, що траєкторія — це лінія, яку тіло описує під час механічного руху.

За формою траєкторії механічні рухи поділяються на *прямолінійні* і *криволінійні* (мал. 25; 26). Серед останніх виділяють *обертальні* та *коливні* рухи.

З попередніх класів вам знайомі обертальні рухи планет, зі спостережень — коливання гілок дерев, маятника годинника (продовжте самостійно).

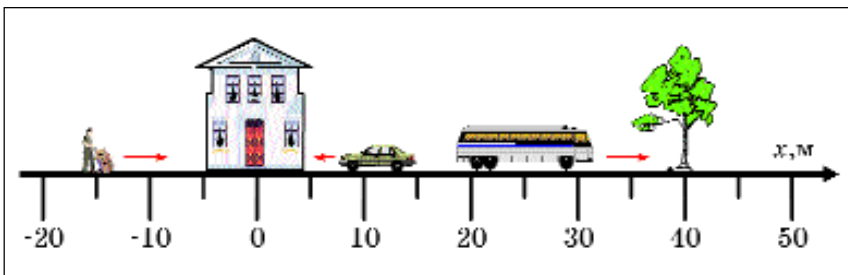
Серед різноманітних механічних рухів зустрічаються такі, під час яких тіло проходить однакові відрізки шляху за будь-які однакові проміжки часу. Такі рухи

називають *рівномірними*. Рівномірно рухається стрічка ескалатора на станціях метро, у великих аеропортах і магазинах. На довгому рівному перегоні рухається рівномірно поїзд: удари коліс об стики рейок чути через однакові проміжки часу, кілометрові або телеграфні стовпи, встановлені приблизно на однакових відстанях один від одного, видно у вікнах вагонів також через однакові проміжки часу. Рівномірно може рухатися теплохід, літак чи автомобіль на прямій ділянці шляху при незмінному режимі роботи двигуна, ковзаняр на рівному відрізку дистанції.

Ви йдете до школи, а вас обганяють велосипедист і автомобіль, які рухаються по шосе теж рівномірно. Чим відрізняються ці рівномірні рухи: ваш, велосипедиста і автомобіля? Їх відмінність у тому, що велосипедист рухається швидше за вас, а автомобіль — швидше за велосипедиста. Це означає, що протягом того самого проміжку часу велосипедист проходить більший шлях, ніж ви, а автомобіль — більший, ніж велосипедист.

Рухи пішохода, велосипедиста, автомобіля, літака чи теплохода відрізняються між собою за швидкістю.

Розглядаючи механічний рух тіла, перш за все потрібно визначити, відносно якого тіла (чи тіл) воно рухається. Це тіло (тіла) називається тілом відліку. Зверніться до *мал. 27*, знайдіть на ньому тіло відліку.



Мал. 27. Розташування об'єктів відносно тіла відліку

Чому для одних тіл відстань від нього виражена додатнім числом, для інших – від'ємним? Очевидно, тіла рухаються відносно тіла відліку (будинку) в протилежних напрямках.

За швидкістю рухи поділяються на рівномірні і нерівномірні. Розглянуті різноманітні рухи ми маємо вивчити. А для чого це потрібно? Щоб уміти у будь-який момент часу визначати положення тіла в просторі. Це основна задача розділу фізики, який вивчає механічний рух і має назву *механіка*. Для розв'язання цієї задачі нам потрібно знати закон, за яким змінюється з часом положення тіла, рух якого ми досліджуємо, а також тіло відліку.



Основне завдання під час вивчення механічного руху полягає у визначенні положення тіла в просторі відносно інших тіл у будь-який момент часу. Механічні рухи розрізняються за траєкторією і швидкістю.



↪ **1.** Що називають механічним рухом? **2.** Чому потрібно зазначати, відносно яких тіл рухається дане тіло? **3.** Який рух називають механічним? **4.** Наведіть приклади механічного руху. **5.** Наведіть приклади прямолінійних і криволінійних рухів. **6.** Чи можете навести приклади рівномірного руху?

? **1.** За мал. 24 а охарактеризуйте тіла відліку стосовно руху першого автомобіля. Чи можна за тіло відліку обрати автомобіль, який рухається за ним? **2.** Чому в тумані, коли не видно берегів річки, не можна визначити напрям руху човна? **3.** Яку траєкторію описує під час руху кінець стрілки годинника?



1. Виміряйте довжину свого кроку і, користуючись цією міркою, визначте, який шлях ви проходите по коридору школи. Намалюйте траєкторію свого руху від вхідних дверей школи до класної кімнати (фізкабінету). Визначте час свого руху.

§12. МАТЕРІАЛЬНА ТОЧКА. СИСТЕМИ ВІДЛІКУ

Щоб вивчати рух тіла, тобто зміну його положення в просторі, треба насамперед уміти визначати саме це положення. Але тут виникають певні труднощі. Кожне тіло має певні розміри, отже, різні точки тіла перебувають у різних місцях простору. Як же визначити положення тіла?

У багатьох випадках немає потреби визначати положення кожної точки рухомого тіла. Навіщо, наприклад, описувати рух кожної точки автомобіля, якщо ці рухи нічим не відрізняються один від одного?

Однаково рухаються всі точки книги, яку тягнете вздовж краю стола.

Рух тіла, під час якого всі його точки рухаються однаково, називають поступальним.

При поступальному русі будь-яка пряма, подумки проведена в тілі, залишається паралельною самій собі. Можна також сказати так: тіло рухається поступально, якщо воно одночасно не обертається і навіть не повертається.

Немає потреби описувати рух кожної точки тіла й тоді, коли розміри тіла малі порівняно з відстанню, яку воно проходить. Наприклад, океанський лайнер малий порівняно з протяжністю його рейсу, тому корабель можна вважати точкою, описуючи його рух в океані.

Так само роблять астрономи, описуючи рухи небесних тіл. Планети, зорі, Сонце, звичайно, не малі тіла. Але радіус Землі, наприклад, приблизно у 24 000 раз менший, ніж відстань від Землі до Сонця. Тому можна вважати Землю точкою, що рухається навколо іншої точки – Сонця.

І коли ми надалі говоритимемо про рух тіла, насправді матимемо на увазі рух якої-небудь однієї його точки. При цьому не слід забувати: *матеріальна точка* відрізняється від тіла лише тим, що вона не має розмірів.

Тіло, розмірами якого за даних умов руху можна знехтувати, називають матеріальною точкою.

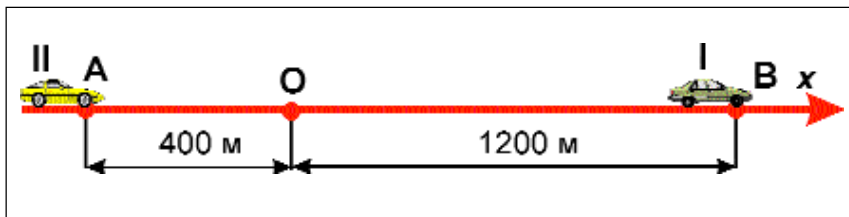
Вираз «за даних умов» означає, що одне й те саме тіло в одних його рухах можна вважати матеріальною точкою, а в інших — ні. Якщо, наприклад, ви, ідучи до школи, проходите від будинку відстань 1 км, то вас в цьому русі можна вважати матеріальною точкою. Але коли ви встаєте із-за парти і йдете до дошки, то вас вже не можна вважати матеріальною точкою.

Положення тіла в просторі. Система координат. Положення тіла або точки можна задати тільки відносно якогось іншого тіла, що називається *тілом відліку*.

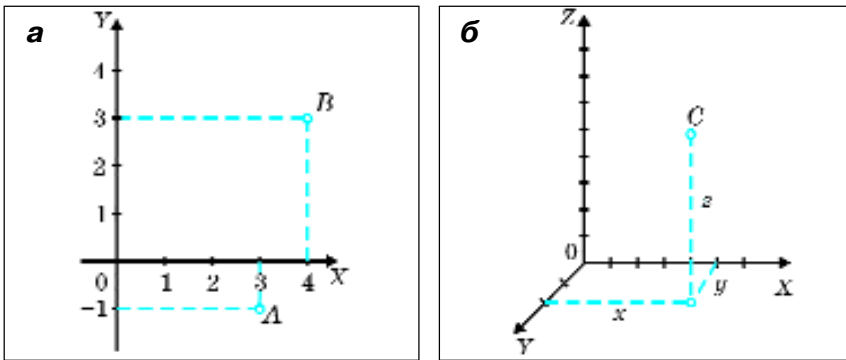
Тіло відліку можна вибрати довільно. Ним може бути будинок, в якому живемо, вагон поїзда, в якому їдемо, і т. д. Тілами відліку можуть бути Земля, Сонце, зорі.

Якщо тіло відліку вибрано, то через яку-небудь його точку проводять осі координат, і положення будь-якої точки в просторі визначають її координатами.

Як, наприклад, визначити положення двох автомобілів I і II на дорозі (*мал. 28*)? Проведемо вздовж дороги вісь координат Ox з початком відліку в точці O . Координати, що відлічуються вправо від O , вважатимемо додатними, а вліво — від'ємними. Тоді положення автомобіля I визначиться його координатою $x_I = OB$. На *малюнку 26* масштаб вибрано так, що $x_I = 1200$ м. Для автомобіля II координата виражається числом 400 м,



Мал. 28. До визначення положення тіла



Мал. 29. Координати точки

та оскільки вона відлічується вліво від початку відліку, то $x_{II} = -400$ м. Отже, положення точки на прямій визначається однією координатою.

Якщо тіло може рухатися в межах деякої площини (наприклад, човен на озері), то через вибрану на площині точку (початок координат) проводять дві взаємно перпендикулярні осі OX і OY (мал. 29). Положення точки на площині визначається двома координатами x і y . Наприклад, для точки A координати такі: $x = 3$, $y = -1$, координати точки B : $x = 4$, $y = 3$.

Нарешті, якщо тіло (точка) можуть рухатись не вздовж певної прямої і не в певній площині, а в просторі (наприклад, літак у повітрі), то через вибрану на тілі відліку точку (початок координат) проводять три взаємно перпендикулярні осі координат: OX , OY і OZ (мал. 29 б). Відповідно до цього положення точки в просторі визначається трьома координатами: x , y , z .

Отже, положення точки на лінії, площині і в просторі визначається відповідно одним, двома або трьома числами — координатами. Простір, у якому ми живемо, є тривимірним простором.

Тіло відліку і система координат, пов'язана з ним, дають змогу задати положення тіла в просторі. Але під час руху тіла (точки) його положення змінюється з часом. Отже, потрібен ще прилад для вимірювання часу (годинник), пов'язаний з тілом відліку. Разом вони утворюють систему відліку.

Тіло відліку, система координат, пов'язана з ним, і прилад для вимірювання часу утворюють систему відліку. Відносно вибраної системи відліку і розглядають будь-який рух.



Тіло, розмірами якого в умовах даної задачі можна знехтувати, називають матеріальною точкою. Тіло відліку, система координат, пов'язана з ним, і прилад для вимірювання часу, складають систему відліку.



↪ **1.** У яких з наведених нижче випадків тіла можна вважати матеріальними точками:

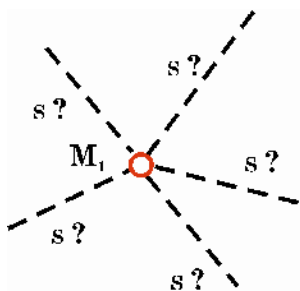
- а) На верстаті виготовляють спортивний диск. Той самий диск після кидка спортсмена пролітає відстань 55 м.
- б) Ковзаняр проходить дистанцію змагань. Фігурист виконує вправи довільної програми.
- в) За рухом космічного корабля стежать з Центру управління польотам на Землі. За тим самим кораблем спостерігає космонавт, який здійснює стикування з ним у космосі.
- г) Земля обертається навколо своєї осі. Земля рухається по орбіті навколо Сонця. Радіус орбіти 150 000 000 км.

2. Що таке система відліку?

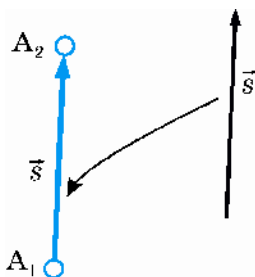
- ? 1.** Чи може координата бути від'ємною величиною?
- 2.** Чи може зміна координати бути від'ємною величиною?
- 3.** Чи потрібно обирати систему відліку для нерухомого тіла?

§13. ПЕРЕМІЩЕННЯ, ТРАЕКТОРІЯ, ШЛЯХ РУХУ ТІЛА

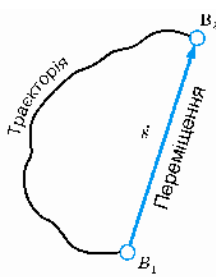
Уявимо, що в якийсь початковий момент часу рухоме тіло (точка) перебувало в положенні M_1 (мал. 30), а через певний інтервал часу виявилось в іншому положенні на відстані s від початкового. Як знайти нове положення тіла? Очевидно, для цього недостатньо знати відстань s , бо є безліч точок, віддалених від точки M_1 на цю відстань.



Мал. 30



Мал. 31



Мал. 32

Рухоме тіло завжди рухається у якомусь напрямі. І щоб знайти нове положення тіла, треба знати напрям відрізка прямої, що сполучає початкове й кінцеве положення тіла. Цей напрямлений відрізок прямої і є переміщенням тіла. Кінець відрізка, що зображає переміщення, для наочності позначають стрілкою. Направлений відрізок \vec{S} , що сполучає початкове положення тіла A_1 з кінцевим положенням A_2 , є переміщенням тіла (мал. 31).

Переміщенням тіла (матеріальної точки) називають напрямлений відрізок прямої, що сполучає початкове положення тіла з його наступним положенням.

Переміщення тіла відрізняється від його траєкторії — лінії, уздовж якої рухається тіло. Траєкторія руху тіла може і не збігатися з переміщенням (мал. 32).

Отже, щоб знайти положення тіла в будь-який момент часу, треба знати його *початкове положення і переміщення*, здійснене до цього моменту.

Переміщення — векторна величина.

За початковим положенням тіла, його траєкторією можна визначити шлях, пройдений тілом за будь-який час.

Довжину траєкторії, описану тілом за певний час, називають шляхом.

Шлях не має напрямку, ця фізична величина має певне числове значення. Шлях позначається літерою l . Основна одиниця шляху — 1 м. Використовуються також кратні й частинні одиниці довжини: кілометр (км), дециметр (дм), сантиметр (см), міліметр (мм) та інші.



Висновки механічний рух характеризується траєкторією, переміщенням, шляхом.



➤ 1. Що таке траєкторія руху? 2. Що таке переміщення? 3. Що таке шлях? 4. В яких одиницях вимірюється шлях? Які прилади використовуються для вимірювання шляху?

? 1. Чим відрізняються траєкторія, шлях, переміщення? Що між ними спільне? 2. Спостереження за рухом футболіста показали, що протягом матчу він пробіг 12 км. Що це за величина: переміщення чи пройдений шлях? 3. Штурман, визначаючи вранці положення корабля, виявив, що корабель перебуває в точці, на 100 км на північ від пункту, де він був напередодні увечері. Що виражає це число: довжину переміщення чи пройдений шлях? 4. Черговий по гаражу, приймаючи автомашину в шофера, який закінчив роботу, записав збільшення показу лічильника на 300 км. Що означає цей запис: пройдений шлях чи довжину переміщення?

§14. ШВИДКІСТЬ РІВНОМІРНОГО ПРЯМОЛІНІЙНОГО РУХУ

Що нам потрібно знати, щоб встановити закон, за яким змінюється шлях рухомого тіла з часом? Час ми можемо виміряти годинником. А щоб знати положення рухомого тіла в будь-який момент часу, потрібно знати, як змінюється його шлях з часом. Тобто, потрібно знати швидкість тіла.

ЗМІСТ

Вступ	5
§ 1. Фізика як навчальний предмет у школі.	5
Розділ I. Фізика як природнича наука.	
Методи наукового пізнання	10
§ 2. Фізика як фундаментальна наука про природу	10
§ 3. Методи наукового пізнання	13
§ 4. Лабораторна робота №1.	
Ознайомлення з вимірювальними приладами Визначення ціни поділки шкали . . .	19
Лабораторна робота №2.	
Вимірювання розмірів малих об'єктів	21
§ 5. Початкові відомості про будову речовини . .	21
§ 6. Лабораторна робота №3.	
Визначення об'єму твердих тіл, рідин і сипких матеріалів	28
§ 7. Явища, що підтверджують основні положення атомно-молекулярного вчення про будову речовини	30
§ 8. Історичний характер фізичного знання. Видатні вчені-фізики. Внесок українських учених у розвиток і становлення фізики	34
§ 9. Фізика у побуті техніці, виробництві.	38
§ 10. Урок серед природи.	
Застосування знань про методи наукового пізнання.	43
Задачі до розділу I	45
Розділ II. Механічний рух.	50
§ 11. Механічний рух. Відносність руху	51
§ 12. Матеріальна точка. Системи відліку	55
§ 13. Переміщення, траєкторія, шлях руху тіла	59
§ 14. Швидкість рівномірного прямолінійного руху	60
§ 15. Рівняння шляху рівномірного руху	64

§ 16. Графіки рівномірного прямолінійного руху	66
§ 17. Нерівномірний прямолінійний рух. Середня швидкість нерівномірного руху	67
§ 18. Визначення середньої швидкості нерівномірного руху	69
§ 19. Рівномірний рух матеріальної точки по колу	71
§ 20. Швидкість матеріальної точки під час руху по колу	73
§ 21. Лабораторна робота №4. Визначення періоду обертання та швидкості руху по колу.	75
§ 22. Коливальний рух та його характеристики.	77
§ 23. Маятники	79
§ 24. Лабораторна робота №5. Дослідження коливань нитяного маятника	82
§ 25. Урок серед природи. Механічний рух та взаємодії у середовищі життя. Визначення середньої швидкості рухомих тіл	84
Задачі до розділу II	84
Розділ III. Взаємодія тіл. Сила.	87
§ 26. Взаємодія тіл. Сила - міра взаємодії.	88
§ 27. Результат дії сили: зміна швидкості або деформація.	92
§ 28. Інерція. Маса як міра інертності тіл.	96
§ 29. Маса тіла.	98
Лабораторна робота №6. Вимірювання маси тіла методом зважування	101
§ 30. Густина речовини	103
§ 31. Лабораторна робота №7. Визначення густини твердих тіл і рідин.	105

§ 32. Види деформації. Сила пружності.	
Закон Гука	106
§ 33. Пружинні динамометри	110
Лабораторна робота №8.	
Дослідження пружних властивостей тіл.	110
§ 34. Графічне зображення сил	112
§ 35. Додавання сил, рівнодійна	115
§ 36. Сила тяжіння	118
§ 37. Вага тіла. Невагомість.	119
§ 38. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання	123
§ 39. Лабораторна робота №9.	
Визначення коефіцієнта тертя ковзання	125
§ 40. Тертя в природі і техніці.	126
§ 41. Тиск твердих тіл на поверхню.	
Сила тиску	129
§ 42. Тиск газу і рідин. Закон Паскаля	131
§ 43. Сполучені посудини. Насоси.	133
§ 44. Гідравлічний прес	135
§ 45. Атмосферний тиск.	
Дослід Торрічеллі. Барометри.	137
§ 46. Виштовхувальна сила. Закон Архімеда	140
§ 47. Розв'язування задач	143
§ 48. Умови плавання тіл	145
§ 49. Лабораторна робота №10.	
З'ясування умов плавання тіл.	147
<i>Задачі до розділу III</i>	148
Розділ IV. Механічна робота та енергія.	152
§ 50. Механічна робота	153
§ 51. Потужність та одиниці її вимірювання	156
§ 52. Потенціальна і кінетична енергія.	159
§ 53. Перетворення одного виду механічної енергії в інший	163
§ 54. Машини і механізми	166
§ 55. Прості механізми	169

§ 56. Прості механізми в природі	171
§ 57. Момент сили	175
§ 58. Умови рівноваги важеля.	178
Лабораторна робота №11.	
З'ясування умов рівноваги важеля.	180
§ 59. Коефіцієнт корисної дії механізму.	181
Лабораторна робота №12.	
Визначення ККД похилої площини	182
§ 60. "Золоте правило" механіки	184
§ 61. Розв'язування задач	186
§ 62. Урок серед природи.	
Перетворення енергії в навколишньому світі. . .	187
<i>Задачі до розділу IV</i>	188
<i>Відповіді до задач</i>	191
<i>Іменний покажчик</i>	192
<i>Предметний покажчик</i>	192