ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

НАВЧАННЯ
БЕЗ МЕЖ

ФІЗИКА 7

За редакцією Станіслава Довгого

Частина 1

Видавництво «Ранок»

ІНСТРУКЦІЯ З БЕЗПЕКИ ДЛЯ УЧНЯ / УЧЕНИЦІ ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ У КАБІНЕТІ ФІЗИКИ

1. Загальні положення

1.1. У кабінеті фізики необхідно суворо дотримуватися правил безпеки та правил внутрішнього розпорядку закладу освіти, установлених норм і режимів праці та відпочинку.

1.2. У кабінеті фізики можна перебувати тільки в присутності вчителя / вчительки або лаборанта / лаборантки.

1.3. Про кожний нещасний випадок, що трапився під час освітнього процесу, необхідно негайно повідомити вчителя / вчительку.

1.4. Про вихід із ладу або несправність обладнання необхідно негайно повідомити вчителя / вчительку.

2. Вимоги безпеки в екстремальних ситуаціях

2.1. У разі травмування, нездужання тощо негайно повідомте про це вчителя / вчительку.

2.2. У разі виникнення загоряння, пожежі тощо негайно повідомте про це вчителя / вчительку.

2.3. У випадку евакуації чітко виконуйте розпорядження вчителя / вчительки.

3. Вимоги безпеки перед початком роботи (експериментального дослідження, фронтального експерименту, лабораторної роботи)

3.1. Чітко з'ясуйте порядок і правила виконання роботи.

3.2. Звільніть робоче місце від усіх не потрібних для роботи предметів і матеріалів.

3.3. Перевірте наявність і надійність з'єднувальних проводів, приладів та інших предметів, необхідних для виконання завдань.

3.4. Починайте виконувати роботу тільки з дозволу вчителя / вчительки.
3.5. Виконуйте тільки ті завдання, які передбачені в роботі або доручені вчителем / вчителькою.

4. Вимоги безпеки під час роботи

4.1. Працюйте лише на своєму робочому місці.
4.2. Будьте уважні й дисципліновані, точно виконуйте вказівки вчителя / вчительки.
4.3. Розміщуйте прилади, матеріали, обладнання на робочому місці так, щоб запобігти їх падінню або перекиданню.
4.4. Під час проведення дослідів не допускайте граничних навантажень вимірювальних приладів.
4.5. Стежте за справністю всіх кріплень у приладах і пристроях. Не торкайтесь обертових частин машин і не нахиляйтеся над ними.
4.6. Для запобігання падінню скляних посудин або приладів обережно закріплюйте їх у лапці штатива або розташовуйте на спеціальній підставці. Термометр одразу після проведення вимірювань кладіть у футляр.
4.7. Забороняється користуватися лабораторним посудом із відколотими краями та за наявності тріщин.
4.8. Якщо скляна посудина або прилад розбилися, не торкайтеся осколків незахищеними руками — користуйтеся совком і щіткою.
4.9. Не залишайте робоче місце без дозволу вчителя / вчительки.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Обов'язково приберіть своє робоче місце. Прибирання виконуйте тільки з дозволу вчителя / вчительки.

Електронний варіант підручника

ФІЗИКА 7

ПІДРУЧНИК
для осіб з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 — Н 54.2)

7 клас
(у 2-х частинах)

За редакцією Станіслава Довгого

Частина 1

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

Київ • Харків
Видавництво «Ранок»
2024

Підручник
Видавництво "Ранок"

УДК 376:53(075.3)
Ф 48

Авторський колектив:
Віктор Бар'яхтар, Фаїна Божинова, Станіслав Довгий,
Микола Кірюхін, Олена Кірюхіна

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 05.02.2024 № 124)

Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено

Підручник створено відповідно до модельної навчальної програми «Фізика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автори Кремінський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я., Ненашев І. Ю., Кірюхіна О. О.)

Рецензенти:
І. М. Гельфгат, учитель фізики комунального закладу «Харківський фізико-математичний науковий ліцей № 27 Харківської міської ради», учитель-методист, заслужений вчитель України, кандидат фізико-математичних наук;
С. В. Каплун, завідувачка кафедри методики природничо-математичної освіти КВНЗ «Харківська академія неперервної освіти», кандидат педагогічних наук, доцент, відмінник освіти;
А. Б. Трофімчук, методист лабораторії природничо-математичної освіти та технологій Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Ілюстрації *Володимира Хорошенка*
Обкладинка *Марії Соловйової*

Фізика : підруч. для осіб з особливими освітніми потребами (Н 54.1 — Н 54.2) 7 клас (у 2-х частинах) : Ч. 1 / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна] ; за ред. С. О. Довгого. — Х. : Вид-во «Ранок», 2024. — 208 с. : іл., фот.
Ф 48
ISBN 978-617-09-8933-8

УДК 376:53(075.3)

Електронний інтерактивний додаток до підручника доступний за QR-кодом або посиланням **rnk.com.ua/108392**

ЗРОБЛЕНО В УКРАЇНІ

© Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О., 2024
© Хорошенко В. Д., ілюстрації, 2024
© Вірченко М. Ю., фотографії, 2024
© Соловйова М. І., обкладинка, 2024
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2024

ISBN 978-617-09-8933-8 (Ч. 1)
ISBN 978-617-09-8934-5 (Ч. 2)

Видавництво "Ранок"

Дорогі учні та учениці!

Цього навчального року починається ваша подорож світом нової для вас науки — фізики. Ви будете спостерігати явища природи, проводити справжні наукові експерименти й на кожному уроку робити власні маленькі відкриття.

Будьте уважними й наполегливими, вивчаючи зміст кожного параграфа, не обминайте додаткових рубрик, і ви зможете застосовувати здобуті знання в повсякденному житті. Приклади практичного застосування фізики ви знайдете в рубриці *«Чи знаєте ви, що...».* Розвинути критичне мислення, необхідне для ефективного навчання та успішної реалізації в дорослому житті, допоможе рубрика *«А як насправді?»*.

Зверніть увагу: параграфи завершуються рубриками *«Підбиваємо підсумки», «Контрольні запитання», «Вправа».*

Рубрика *«Підбиваємо підсумки»* акцентує увагу на головному. *«Контрольні запитання»* дають змогу з'ясувати, чи зрозуміли ви вивчений матеріал. Рубрика *«Вправа»* допоможе перевірити, чи можете ви застосувати отримані знання на практиці. Завдання рубрики диференційовані за рівнями складності. Завдання мають позначки відповідних кольорів (у порядку підвищення складності): синього, зеленого, оранжевого, червоного. Фіолетовим кольором позначено завдання для формування інформаційно-комунікаційної компетентності.

Безумовно, корисним буде для вас *електронний додаток*, де подано тренувальні тестові завдання з комп'ютерною перевіркою, відеоролики з демонстраціями

Підручник відповідає

лабораторних робіт, певних фізичних дослідів або процесів. Про наявність таких додаткових матеріалів вас інформуватиме QR-код.

Фізика — наука насамперед експериментальна, тому на вас очікують *дослідження*, *експериментальні завдання* та *лабораторні роботи*. Обов'язково виконуйте їх — і ви будете краще розуміти фізику.

Наприкінці кожного розділу (теми) запропоновано рубрики *«Підбиваємо підсумки розділу (теми)»* і *«Завдання для самоперевірки»*, які допоможуть систематизувати знання, будуть корисними під час підготовки до контрольних робіт.

Сформувати адаптивність і здатність до співпраці допоможе активна участь у реалізації *навчальних проєктів*, теми яких зазначено в підручнику.

Для тих, хто хоче більше дізнатися про розвиток фізичної науки й техніки в Україні та світі, знайдеться чимало цікавого й корисного в рубриці *«Фізика і техніка в Україні»*.

Зверніть увагу на те, що в підручнику використано позначки, які допоможуть вам краще орієнтуватися в поданому матеріалі:

Дослідження

Вправа

Контрольні запитання

Творче завдання

Підбиваємо підсумки

Ключові терміни

Експериментальне завдання

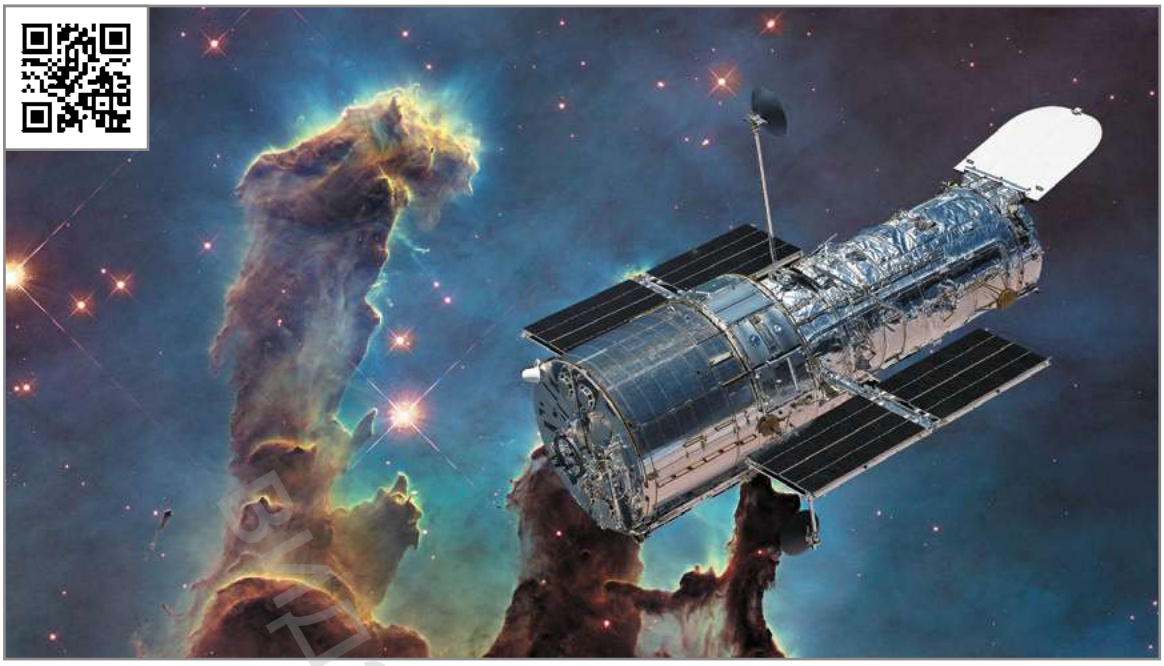
Електронний варіант

Розділ 1

Методи пізнання природи. Фізика як природнича наука

- Ви знаєте, як виміряти довжину предмета, а дізнаєтесь, як визначити розмір молекули
- Ви вмієте визначати об'єм прямокутного паралелепіпеда, а навчитеся вимірювати об'єм тіла будь-якої форми
- Ви знаєте, із чого складається будь-яка речовина, а дізнаєтесь, із чого складається Всесвіт

Видавництво Підручник



§ 1. ФІЗИКА — НАУКА ПРО ПРИРОДУ. ФІЗИЧНІ ТІЛА ТА ФІЗИЧНІ ЯВИЩА

Кубик льоду в теплій воді розтане, а вода охолоне. Інакше не буває: не з'являться ані два кубики льоду, ані гаряча вода. Незалежно від якості гальм, для зупинки тіла потрібен час. Інакше не буває: миттєва зупинка неможлива. Спалах блискавки передує гуркоту грому. Інакше не буває: світло швидше за звук. А чому не буває — знає фізика. Отже, рушаймо у світ фізики!

1. Дива чи закони природи?

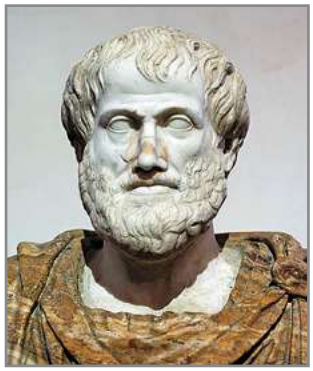
Згадайте: ви впустили ручку на підлогу. Що в цьому дивного? Якщо ви повторите цю дію навіть 1000 разів, ручка знову падатиме вниз — у жодному разі вона не полетить угору. Отже, ми виявили правило. Ось ще одне правило: щоранку, без винятків, сонце піднімається над обрієм.

Підручник Видавництво "Ранок"

Усе в природі відбувається за певними правилами. Їх називають законами природи. Саме вивченню законів природи та їх застосуванню й присвячений курс фізики, знайомство з яким ви розпочинаєте.

Чи знаєте ви, що...

Засновником фізики вважають давньогрецького філософа Аристотеля (384–322 рр. до н. е.). Працю, у якій Аристотель систематизував природничі знання свого часу, він назвав «Фізика».



2. Як усе починалось?

У далеку давнину людей спонукали до вивчення природи передусім практичні потреби: захиститися від негоди, хижаків, зібрати врожай, врятуватися від ворогів тощо. До того ж допитливість, властива людині, штовхала її до пошуку відповідей на численні питання (рис. 1.1): як виникла Земля? як літають птахи? звідки

Рис. 1.1. Намагаючись зрозуміти навколишній світ, людина ставить перед собою безліч питань і шукає відповіді на них

Підручник видавництва "Ранок"

Географія

Фізика

Хімія

Медицина

Біологія

Рис. 1.2. Фізика, хімія, географія, біологія, медицина беруть свій початок у природознавстві

з'явилася сама людина? Так почала зароджуватися наука про природу, яку сьогодні називають *природознавством*. Із часом обсяг знань збільшувався і єдина «наука про природу» почала розпадатися на окремі дисципліни (рис. 1.2).

Фізика — це природнича наука, яка вивчає найзагальніші закономірності явищ природи, властивості та будову матерії*, закони її руху.

* *Матерія* — це все, що існує у Всесвіті. Детальніше про те, що таке матерія, ви дізнаєтеся в § 4.

Підручник "Видавництво "Ранок"

3. Чому саме фізика є основною серед природничих наук?

По-перше, фізика вивчає найбільш загальні закономірності, які визначають структуру та поведінку найрізноманітніших об'єктів — від гігантських зір до крихітних елементарних частинок, із яких складаються атоми.

По-друге, закони природи є основою будь-якої природничої науки. Наприклад, в астрономії закони природи пояснюють причини світіння та будову зір. У *хімії* саме фізика пояснює напрямок перебігу хімічних реакцій. Але найбільше фізичні дослідження вплинули на розвиток техніки. Лікарі, будівельники, енергетики, машинобудівники тощо користуються пристроями і технологіями, створення яких стало можливим завдяки знанню законів фізики.

Успіху фізики як науки сприяло створення своєрідної мови — мови фізики, яку однаково розуміють у різних куточках планети.

4. Що таке фізичні тіла та фізичні явища?

Будь-яке фізичне тіло (рис. 1.3) складається з *речовини* або *суміші речовин* — заліза, води, пластику, повітря тощо.

Рис. 1.3.
Приклади фізичних тіл

Електронний підручник
Видавництво «Ранок»

Фізичне тіло — це об'єкт із речовини, який має зовнішню межу.

Наведіть приклади фізичних тіл, які складаються з води; дерева; пластмаси.

Зміни в природі називають *природними явищами* (рис. 1.4). Щоб краще зрозуміти складні природні явища, учені розглядають їх як **сукупність фізичних явищ** — *явищ, які можна описати за допомогою відповідних фізичних законів*.

Рис. 1.4. Приклади природних явищ

Наприклад, грозу можна розглядати як сукупність блискавки (електромагнітне явище), гуркоту грому (звукове явище), руху хмар, падіння крапель дощу (механічні явища) та ін. (рис. 1.5).

Рух хмар і падіння крапель — механічні явища

Блискавка — електромагнітне явище

Спалах блискавки — світлове явище

Горіння деревини — теплове явище

Рис. 1.5. Складне природне явище — гроза — являє собою сукупність різних фізичних явищ

Підручник видавництва "Ранок"

Розгляньте таблицю (розподіл у ній є дещо умовним: світлові явища є окремим випадком електромагнітних явищ). Що може бути спільного між запуском супутника, бігом коня, обертанням Землі? Відповідь проста. Усі ці явища є *механічними* та описуються одними законами — *законами механічного руху*.

Фізичні явища	Приклади
Механічні	Запуск супутника, падіння каменя, біг коня, обертання Землі навколо Сонця
Теплові	Замерзання води, танення снігу, нагрівання їжі, згоряння палива у двигуні
Електромагнітні	Розряд блискавки, електризація волосся, притягання магнітів
Світлові	Світіння електричної лампочки, сонячні та місячні затемнення, веселка

Наведемо ще приклад. Знімаючи светр, ви, напевно, звертали увагу на крихітні іскорки, які при цьому з'являються. Не лише ці іскорки, а й сліпучі спалахи електрозварювання та потужний розряд блискавки однаково належать до *електромагнітних явищ*, а отже, підпорядковуються одним законам (рис. 1.6).

Рис. 1.6. Приклади електромагнітних явищ

Видавництво "Ранок"

Дослідження цих безпечних іскорок допомагає вченим створювати системи захисту від блискавок і розробляти новітні технології електрозварювання.

Дослідження

Що знадобиться: мобільний телефон, не підключений до інтернету. Продемонструйте за допомогою телефона мінімум 3 фізичних явища.

А як насправді?

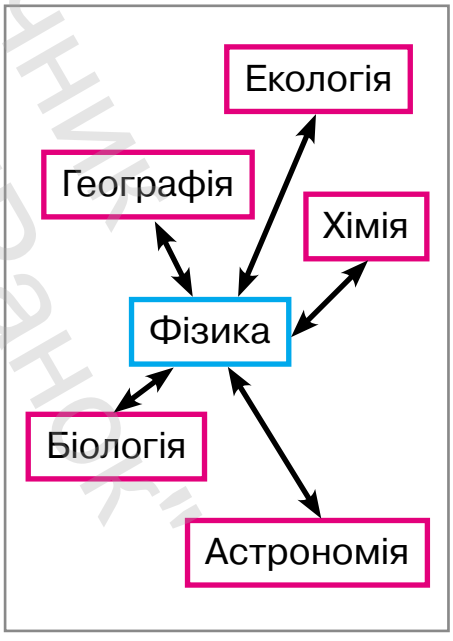
На знімках із космосу (відстань до поверхні Землі близько 100 км) можна побачити, наприклад, невеликі міста. Але неможливо з Харкова побачити Полтаву, а з Києва — Житомир, хоча дистанція між ними не перевищує 150 км. Один із журналістів припустив, що перешкодою є хмари на межах областей, другий — що забудова міст, а третій — що причина криється у формі Землі. Хто, на вашу думку, мав рацію?

Підбиваємо підсумки

Фізика — природнича наука, яка вивчає найзагальніші закономірності явищ природи, властивості та будову матерії, закони її руху.

Природні явища — це будь-які зміни, що відбуваються в природі.

Фізичні явища: теплові; світлові; механічні; звукові; електромагнітні.



Видавництво "Ранок"

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади фізичних тіл. Зазначте, у якому агрегатному стані перебувають речовини, з яких складаються ці тіла. **2.** Наведіть приклади фізичних явищ: електромагнітних, теплових, світлових, механічних, звукових. **3.** Що вивчає фізика? **4.** Чому фізика є основною природничою наукою? **5.** Наведіть аргументи, які підтверджують, що фізика є основою техніки.

Вправа № 1

1. Назвіть речовини, з яких складаються такі тіла: підручник, олівець, футбольний м'яч, склянка, автомобіль.

2. З'ясуйте, яке первинне значення слова «фізика».

3. Знайдіть у реченні приклади фізичного тіла, речовини, фізичного явища. Заповніть таблицю*.

Дівчинка поклала кубики льоду в склянку із соком і так захопилася спілкуванням із друзями, що не помітила, як лід розтанув.

Фізичне тіло	Речовина	Фізичне явище

* Такі таблиці, подані в підручнику, потрібно переносити до зошита. Кількість рядків у них зазвичай необхідно збільшувати.

Видавництво "Ранок" Підручник

4. Визначте, про яке фізичне явище йдеться в кожному реченні.

Обертається гвинт м'ясорубки. Овочі нагрілися на грилі. У безхмарний день небо опівдні блакитне.

5. Які фізичні явища можна «побачити» в таких природних явищах: дощ; вітер; виверження вулкана; повінь; сходження лавини; «падіння» зорі?

6. Наведіть приклади застосування фізичних знань у побуті.

Ключові терміни

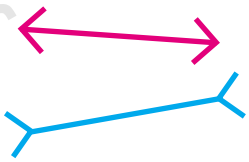
Фізика; фізичні тіла; фізичні явища; речовина

Підручник Видавництво "Ранок"

§ 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАКОНІВ ПРИРОДИ

Під час спостережень за навколишнім світом ви отримуєте нові знання. Наприклад, ви самостійно встановили, що сонце щовечора заходить за обрій, а зранку піднімається над ним, дим із труби за безвітряної погоди здіймається вгору, сонячні промені нагрівають землю, крижинка холодить долоню. А як учені одержують нові знання про навколишній світ? Якими методами користуються?

ПИТАННЯ ДЛЯ ОБГОВОРЕННЯ. Розгляньте зображені відрізки. Який відрізок за результатами спостереження є коротшим?



1. Навіщо проводити експерименти?

Пошук відповіді на питання ви почали зі *спостереження* і, напевно, дійшли висновку, що рожевий відрізок коротший від блакитного. Тепер виміряйте довжини

Видавництво «Ранок»

відрізків лінійкою. Результати вимірювання свідчать, що довжини відрізків є однаковими.

Тож ви переконалися, що спостереження може призвести до хибних висновків. Тому, щоб перевірити інформацію, отриману в ході спостережень, учені проводять *експерименти (досліди)*.

Експеримент (дослід, експериментальне дослідження) — це дослідження фізичного явища в умовах, що перебувають під контролем дослідника, яке супроводжується вимірюваннями.

2. Які основні етапи отримання нових знань у ході фізичних досліджень?

Фізичне дослідження — це цілеспрямоване отримання нових знань про фізичні тіла або явища.

У 5 класі ви вже проводили природничі дослідження, отже, знаєте, що дослідження складається з певних етапів. Розглянемо їх докладніше.

*Основні етапи фізичних досліджень**

Етап 1. Спостереження.

Етап 2. Аналіз інформації, яку отримано в ході спостереження.

Етап 3. Визначення чинників, які суттєво впливають на явище.

* Зауважимо, що етапи, які наведено нижче, є етапами будь-якого наукового дослідження.

Підручник видавництва "Ранок"

Етап 4. Моделювання явища. Проведення розрахунків.

Етап 5. Формулювання гіпотези (припущення), що пов'язана з досліджуваним явищем.

Етап 6. Експеримент для перевірки гіпотези.

Етап 7. Опрацювання результатів експерименту (проведення розрахунків у разі потреби).

Етап 8. Формулювання висновків та отримання нових знань.

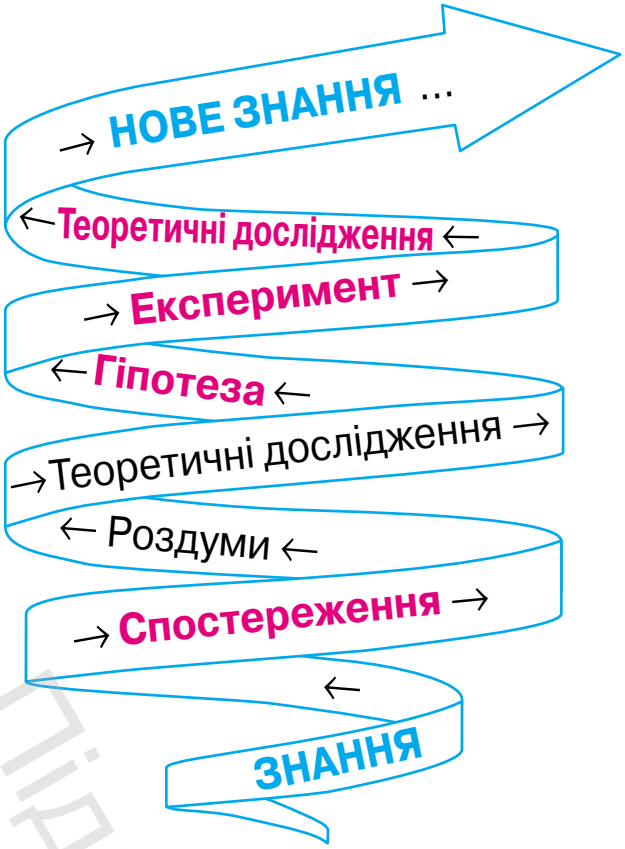


Рис. 2.1. Етапи отримання нових знань

Усі дослідники природи під час своїх досліджень проходять зазначені етапи.

Послідовність етапів отримання нових знань у ході фізичних досліджень можна подати як спіраль, що складається з повторюваних елементів (рис. 2.1).

3. За допомогою яких методів досліджують закони природи?

Основними методами досліджень законів природи й здобуття нових знань є **експериментальний** і **теоретичний**. Виникнення цих методів пов'язують з іменами

Підручник Видавництво Ранок

Рис. 2.2. Ґалілео Ґалілей (1564–1642)

Рис. 2.3. Ісаак Ньютон (1642–1727)

двох видатних фізиків: італійця *Ґалілео Ґалілея* (рис. 2.2) та англійця *Ісаака Ньютона* (рис. 2.3). Простежимо, як це відбувалося.

Спираючись на спостереження, філософи Стародавньої Греції зробили висновок, що важчі предмети завжди падають швидше, ніж легкі.

Цей висновок першим поставив під сумнів Ґалілео Ґалілей. Він зробив припущення, що час падіння тіл не залежить від їхньої маси і, якби не було опору повітря, усі тіла падали б однаково.

За легендою, для підтвердження своєї здогадки вчений провів дослідження, використавши для цього відому Пізанську вежу. З її вершини він кидав мушкетну кулю й гарматне ядро, на рух яких опір повітря впливає незначно. Результати експериментів підтвердили гіпотезу вченого: обидва предмети досягали землі майже одночасно.*

Знайдіть у тексті на с. 18, 19 підтвердження основних етапів фізичних досліджень. Який метод дослідження застосовано на кожному з етапів — теоретичний або експериментальний?

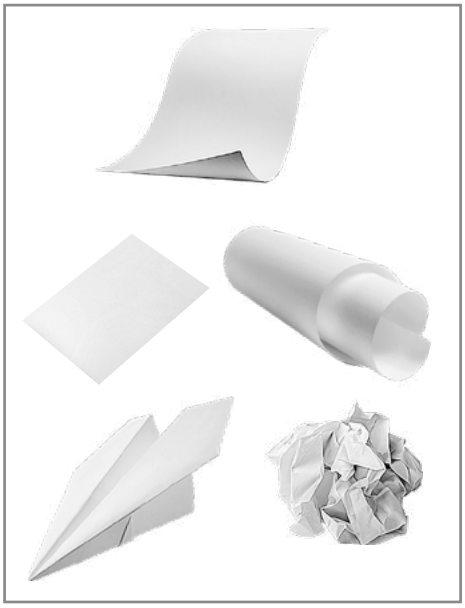
* Докладніше про дослідження Галілея — див. електронний інтерактивний додаток до підручника.

Видавництво "Ранок"

Дослідження

Що знадобиться: кілька однакових аркушів.

Візьміть аркуші та надайте їм, окрім одного, різної форми (складіть, зімніть тощо). Висуньте гіпотезу щодо швидкості падіння цих тіл. Перевірте свою гіпотезу експериментально. Прокоментуйте отримані результати.



Більш точні експерименти здійснив Ісаак Ньютон (рис. 2.4). Проте Ньютон не обмежився підтвердженням висновків Ґалілея. Проаналізувавши одержані дані та зробивши необхідні обчислення, тобто провівши **теоретичні дослідження**, І. Ньютон припустив, що падіння тіл на поверхню землі та обертання планет Сонячної системи навколо Сонця підкорюються одному закону. Щоб обґрунтувати це твердження,

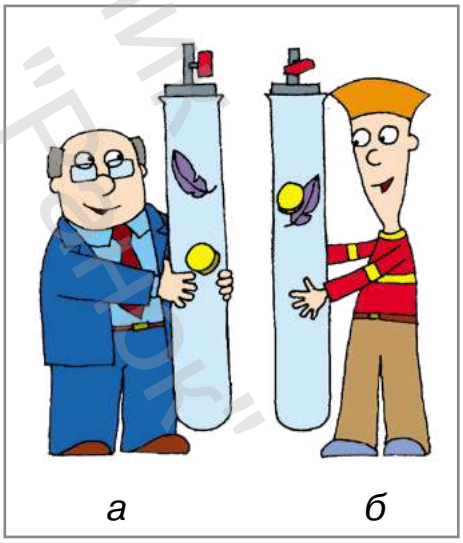


Рис. 2.4. Експерименти з «трубкою Ньютона»: у скляну трубку помістили монету і пташине перо. Тіла почали падіння одночасно. Через опір повітря перо «відстало» (*а*). Із трубки викачали повітря — тіла досягли дна трубки одночасно (*б*)

Видавництво "Ранок"

учений знову звернувся до математики. У результаті Ньютон відкрив *закон всесвітнього тяжіння* — створив **нове знання**.

А як насправді?

У мережі можна знайти повідомлення про дослід американського астронавта Девіда Скотта під час місії «Аполлон-15». Наприкінці третього виходу на поверхню Місяця астронавт одночасно випустив із рук важкий молоток і легке перо. Дописувач стверджує, що перо впало першим, бо на Місяці немає повітря. Чи згодні ви із цим? А як насправді?

4. Яким є внесок фізики в дослідження Всесвіту?

Перелічимо відомі факти, а потім проаналізуємо, як фізика допомагає у формуванні сучасних уявлень про Всесвіт.

Ми живемо на третій планеті в зоряній системі із Сонцем у центрі. Сонячна система перебуває на периферії великого зоряного скупчення під назвою Молочний Шлях (або Чумацький Шлях). Таких зоряних скупчень — галактик — безліч у видимій частині Всесвіту. У складі галактик є зорі, що подібні до Сонця, є зорі — червоні гіганти, зорі — білі карлики, є чорні діри та інші екзотичні об'єкти.

Чи пов'язана зі створенням цих знань фізика? Безумовно!

Закон всесвітнього тяжіння дав змогу розрахувати орбіти планет Сонячної системи. Ці дані перевірено за допомогою телескопів і підтверджено завдяки польотам

Підручник Видавництво "Ранок"

супутників. І телескопи, і супутники створені й працюють на основі фізичних законів. Теоретичний опис зоряних скупчень та їхніх складових ґрунтується на загальній теорії відносності, яку створив видатний фізик *Альберт Ейнштейн* (рис. 2.5).

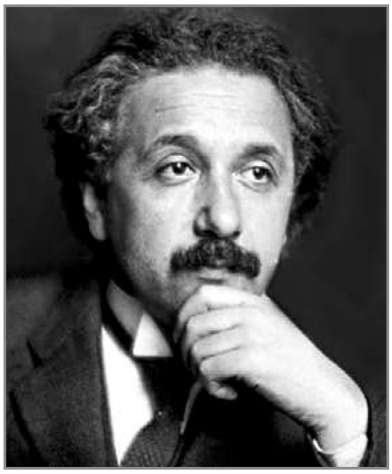


Рис. 2.5.
Альберт Ейнштейн
(1879–1955)

Велике значення в дослідженні Всесвіту має аналіз різних типів випромінювання від зір та зоряних скупчень, який неможливо здійснити без знання законів фізики. Саме так досліджують «Стовпи Творіння» — газові хмари, з яких народжуються зорі (див. заставку до § 1).

Чи знаєте ви, що…

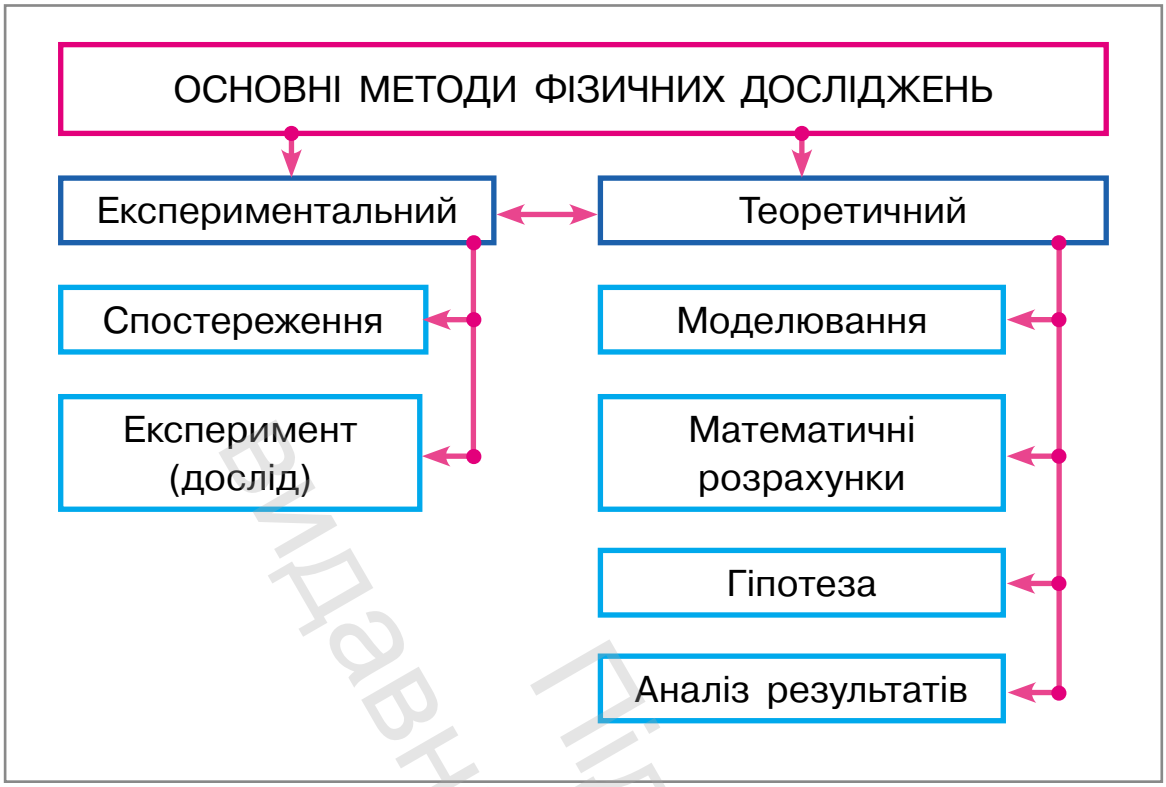
Великий адронний колайдер (див. заставку до § 2) являє собою кільце, усередині якого можна розмістити місто Бориспіль. Тут працюють близько 10 тисяч фахівців. Для проведення експериментів колайдер потребує майже такої електричної потужності, як велике місто. Дослідження на цьому гіганті поступово дають ученим нові дані про будову матерії.

Підбиваємо підсумки

Фізичне дослідження — це цілеспрямоване отримання нових знань про фізичні тіла або явища.

Експеримент — це дослідження фізичного явища в умовах, що перебувають під контролем дослідника, яке супроводжується вимірюваннями.

Видавництво «Ранок»

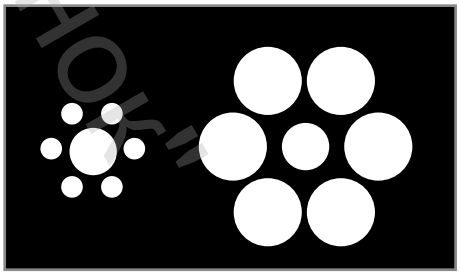


Контрольні запитання

1. Що називають експериментом? **2.** Чим різняться спостереження та експеримент? **3.** Які основні етапи фізичних досліджень? **4.** Назвіть основні методи фізичних досліджень. Наведіть приклади. **5.** З іменами яких учених пов'язують виникнення сучасних методів досліджень законів природи? **6.** Яким є внесок фізики в розвиток уявлень про Всесвіт?

Вправа № 2

1. Який круг на рисунку є більшим — оточений маленькими кругами, чи оточений великими?



Підручник видавництва "Ранок"

Яким методом дослідження можна скористатися, щоб отримати відповідь?

2. У науці розрізняють такі поняття: 1) явище, яке спостерігається повсякденно; 2) експериментальний факт; 3) гіпотеза. Визначте, до якого з понять належать подані твердження:

а) за відсутності опору повітря всі тіла падають з однакової висоти за той самий час;

б) імовірно, різниця у швидкості падіння тіл різної маси пояснюється опором повітря;

в) тіло, випущене з рук, падає.

3. Щоб зменшити шкідливий вплив вихлопних газів на довкілля, учені здійснили певні розрахунки та запропонували нову схему подачі палива для двигуна автомобіля. Щоб дізнатися, якою при цьому буде тяга двигуна, цю схему випробували на спеціальному стенді. У якому випадку вчені виконали експериментальне дослідження, а в якому — теоретичне? Відповідь обґрунтуйте.

4. Подайте основні етапи фізичних досліджень у вигляді презентації або інфографіки.

Ключові терміни

Фізичне дослідження; спостереження; експеримент; методи фізичних досліджень

Підручник видавництва "Ранок"

§ 3. ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ЇХ ВИМІРЮВАННЯ

Як ви вважаєте, як часто люди виконують вимірювання? Наскільки важливо вміти робити це правильно? Яких наслідків очікувати, якщо результати вимірювань будуть хибними? Щоб відповісти на ці запитання, згадайте кілька приладів, якими ви й ваша родина користуєтесь майже щодня: годинник, ваги, термометр, спідометр, манометр... Сподіваємося, що ви переконалися в необхідності ретельно опрацювати цей параграф!

1. Що називають фізичною величиною?

Почнемо з вимірювань.

Завдання 1. На заставці до параграфа зображено спідометри двох автомобілів під час руху. Визначте швидкість руху кожного автомобіля.

Підручник Ранок

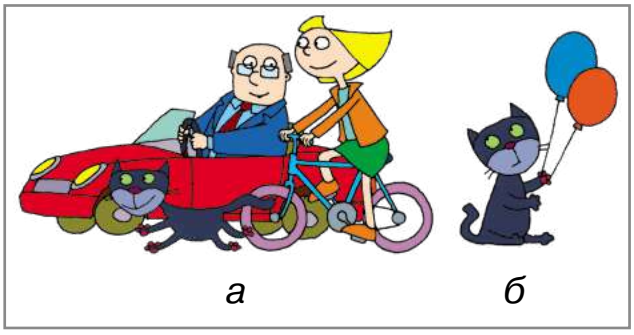


Рис. 3.1. Для характеристики руху тіл використовують фізичну величину *швидкість руху (а)*; для характеристики властивості тіл займати певну частину простору — *об'єм (б)*

Швидкість руху — приклад *фізичної величини*. Ця величина характеризує рух тіл (рис. 3.1, *а*).

Завдання 2. Визначте довжину l, ширину d і висоту h бруска за допомогою лінійки, зображеної на рис. 3.2, та розрахуйте його об'єм.

Об'єм даного тіла можна визначити за формулою $V = l \cdot d \cdot h$

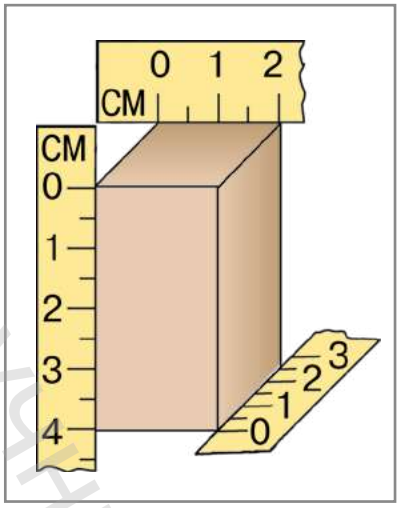


Рис. 3.2

Об'єм — приклад *фізичної величини*. Вона характеризує *загальну властивість* тіл займати певну частину простору. Об'єми тіл можуть суттєво різнитися (рис. 3.1, *б*).

Фізична величина — це кількісно виражена характеристика тіла або фізичного явища.

Об'єм і швидкість руху — не всі фізичні величини, якими оперує фізика. Навіть у повсякденному житті ми маємо справу з великою кількістю фізичних величин: довжина, площа, маса, час, шлях, тиск тощо.

Яку фізичну величину вимірює людина під час застуди?

Видавництво "Ранок"

2. Як правильно записати значення фізичної величини?

Для зручності кожну фізичну величину позначають певним символом (буквою латинського або грецького алфавіту). Наприклад, об’єм позначають символом V, час — t, швидкість руху — v.

Записуючи *значення фізичної величини,* треба навести **символ**, яким вона позначається, її **числове значення** та **одиницю**.

Правильно записані результати вимірювань із завдань 1 і 2 мають виглядати так: $v_1 = 100$ км/год, $v_2 = 40$ км/год; $V = 20$ см^3.

3. Чому фізики зазвичай не вимірюють шлях кроками?

Рис. 3.3. Якщо мама й син вимірюватимуть відстань у кроках, то, звісно, вони отримають різні результати

Вибір кроку за одиницю шляху не є вдалим, адже довжина кроку в усіх різна (рис. 3.3). Тож зрозуміло, чому люди здавна почали домовлятися про те, щоб вимірювати ту саму фізичну величину однаковими одиницями.

Зараз у більшості країн світу діє запроваджена

Видавництво "Підручник" "Ранок"

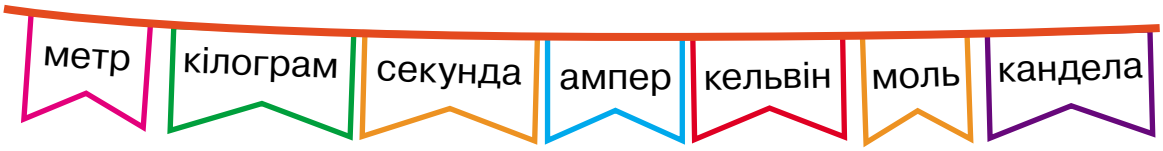


Рис. 3.4. Основні одиниці Міжнародної системи одиниць (СІ)

в 1960 р. Міжнародна система одиниць — *Система Інтернаціональна (СІ)* (рис. 3.4).

У СІ одиницею довжини є *метр* (м), одиницею часу — *секунда* (с), об'єм вимірюється *в метрах кубічних* ($м^3$), швидкість руху — *у метрах за секунду* (м/с). Про інші одиниці СІ ви дізнаєтеся пізніше.

Вигадайте кілька одиниць фізичних величин, використання яких вам особисто було б зручним, а решті людства, скоріш за все, ні.

4. Чим кратні одиниці відрізняються від частинних?

Для зручного запису великих і малих значень фізичних величин використовують *кратні та частинні одиниці*.

Кратні одиниці — це одиниці, які більші за основні одиниці в 10, 100, 1000 і більше разів.

Частинні одиниці — це одиниці, які менші від основних одиниць у 10, 100, 1000 і більше разів.

Назви кратних і частинних одиниць містять спеціальні префікси (див. таблицю). Наприклад, *кіло*метр (1000 м) — кратна одиниця довжини; *санти*метр (0,01 м) — частинна одиниця довжини.

Підручник видавництва "Ранок"

Використання префіксів скорочує запис значень фізичних величин. Наприклад:

- об'єм великої дощової хмари
  $V = 32\,000\,000\,000$ м^3 $= 32$ км^3
  (або $32\,000\,000\,000\,000$ л $= 32$ Тл; 1 л $= 0{,}001$ м^3);
- розмір краплини води у хмарі
  $d = 0{,}0001$ м $= 100$ мкм.

Префікси для утворення назв кратних і частинних одиниць

Префікс	Значення в перекладі з грецької або латинської мови	Позначення	Множник	
тера...	чудовисько	Т	1 000 000 000 000	10^{12}
гіга...	гігантський	Г	1 000 000 000	10^{9}
мега...	великий	М	1 000 000	10^{6}
кіло...	тисяча	к	1000	10^{3}
гекто...	сто	г	100	10^{2}
деци...	десять	д	0,1	10^{-1}
санти...	сто	с	0,01	10^{-2}
мілі...	тисяча	м	0,001	10^{-3}
мікро...	малий	мк	0,000 001	10^{-6}
нано...	карлик	н	0,000 000 001	10^{-9}

Видавництво «Ранок» Підручник

Рис. 3.5. «У мене знову підвищився тиск», — скаржиться жінка після вимірювання кров'яного тиску

Рис. 3.6. До відправлення потяга 2 хвилини — цей інтервал часу ви визначаєте за допомогою годинника

5. Як отримують значення фізичних величин?

Значення фізичних величин отримують шляхом *вимірювань* (рис. 3.5, 3.6).

Виміряти фізичну величину означає порівняти її з однорідною величиною, взятою за одиницю.

Існують два види вимірювань: *прямі і непрямі вимірювання.*

У разі *прямого вимірювання* шукане значення фізичної величини отримують відразу, за показом вимірювального приладу (так, як ви зробили під час виконання завдання 1).

У разі *непрямого вимірювання* шукане значення фізичної величини визначають за певною формулою, підставивши в неї значення інших фізичних величин, отриманих у ході прямих вимірювань. Саме так ви робили під час виконання завдання 2.

Підручник видавництва «Ранок»

6. Як визначити ціну поділки шкали приладу?

Зараз у науці, техніці та повсякденному житті застосовують як *електронні цифрові вимірювальні прилади*, у яких значення вимірюваної величини висвітлюється на екрані, так і вимірювальні прилади, під час користування якими значення вимірюваної величини користувач визначає *за шкалою* (рис. 3.7). Вимірювальний прилад зазвичай містить інформацію щодо одиниць, у яких подається значення вимірюваної цим приладом величини*.

Розгляньте прилади на рис. 3.7. Для вимірювання яких фізичних величин вони призначені?

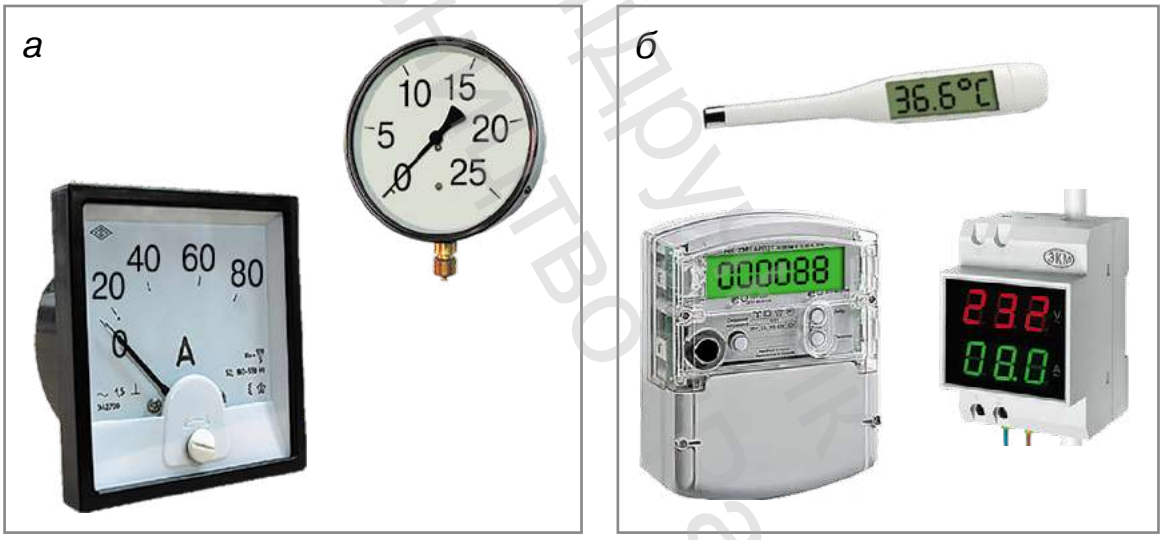


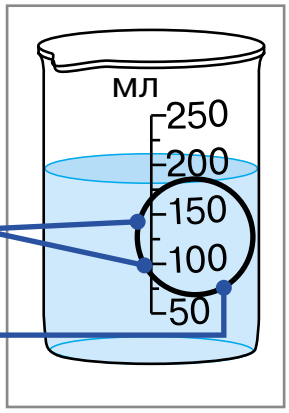
Рис. 3.7. Вимірювальні прилади: *а* — зі шкалою; *б* — електронні цифрові

* Зверніть увагу: значна кількість виробників зазначає одиниці англійською. Наприклад, на багатьох спідометрах можна побачити «km/h».

Видавництво «Підручники і посібники»

За шкалою можна встановити дві найважливіші характеристики вимірювального приладу: *ціну поділки шкали приладу та межі вимірювання**. Ці характеристики необхідно враховувати, щоб не робити помилок під час вимірювання.

Ціна поділки шкали вимірювального приладу — це значення фізичної величини, що відповідає найменшій поділці шкали цього приладу.



Щоб визначити ціну поділки шкали вимірювального приладу, необхідно:

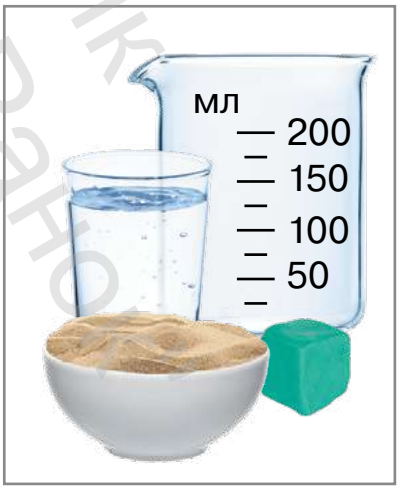
1) вибрати два найближчі значення величини, які подано на шкалі, та знайти їх різницю;
2) визначити кількість поділок між рисками, поряд із якими вказано ці значення;
3) отриману різницю поділити на кількість поділок.

1) 150 мл і 100 мл; 150 мл – 100 мл = 50 мл; 2) 2 поділки; 3) 50 мл / 2 = 25 мл.

Отже, ціна поділки шкали приладу становить $C = 25$ мл.

Дослідження

Що знадобиться: мірна посудина; посудини з водою і пшоном (піском); тверде тіло; нитка.



* Межі вимірювання в цифрових приладах визначають за паспортом приладу або встановлюють спеціальним перемикачем на панелі приладу.

Електронний підручник
Видавництво "Ранок"

Виміряйте об'єми: твердого тіла, пшона (піску). Проаналізуйте різні способи вимірювання об'єму твердого тіла. Коли доцільно використовувати той чи інший спосіб?

Щоб виміряти об'єм твердого тіла за допомогою мірної посудини, треба:

1) налити в мірну посудину воду об'ємом V_1, причому води треба налити стільки, щоб можна було занурити в неї досліджуване тіло й вода не перелилася б через край посудини;
2) занурити в мірну посудину з водою тіло та виміряти загальний об'єм V_2 води разом із тілом;
3) обчислити об'єм витісненої тілом води як різницю результатів вимірювань об'єму води після й до занурення тіла. Об'єм V витісненої тілом води дорівнює об'єму тіла.

Наведений метод вимірювання об'єму твердих тіл у III ст. до н. е. запропонував *Архімед* (бл. 287–12 рр. до н. е.).

А як насправді?

Іванка стверджує: неможливо виміряти об'єм тіла, якщо тіло не вміщується в мірну посудину. Антон заперечує і може підказати спосіб вимірювання. Хто має рацію?

Підбиваємо підсумки

Фізична величина — це кількісно виражена характеристика тіла або фізичного явища.

Запис фізичної величини: символ, числове значення, одиниця.

Вимірити фізичну величину — порівняти її з однорідною величиною, взятою за одиницю.

Підручник "Видавництво Ранок"

Ціна поділки шкали вимірювального приладу — значення вимірюваної величини, що відповідає найменшій поділці шкали.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади фізичних величин. Які властивості тіл або які ознаки фізичних явищ вони характеризують? **2.** Що означає виміряти фізичну величину? **3.** Наведіть приклади префіксів, які використовують у назвах частинних одиниць; кратних одиниць. **4.** Наведіть приклади вимірювальних приладів. **5.** Які характеристики приладу можна визначити за допомогою його шкали? **6.** Що таке ціна поділки шкали приладу?

Вправа № 3

1. Подайте в метрах такі значення фізичних величин: 145 мм; 1,5 км; 2 км 32 м.

2. Знайдіть верхню межу вимірювання пристрою, зображеного на рис. 1, визначте ціну поділки шкали цього приладу.

Рис. 1

Підручник видавництва «Ранок»

3. Назвіть фізичні величини, прилади для вимірювання яких подано на рис. 2–4. Наведіть символи для позначення цих величин; їх одиниці в СІ.

Рис. 2

Рис. 3

Рис. 4

4. Знайдіть у себе вдома 2–3 вимірювальні прилади, що мають шкалу. Визначте межі вимірювання та ціну поділки шкали кожного приладу.

5. Баскетбольний майданчик має довжину 28 м і ширину 15 м. Визначте його площу. Відповідь подайте також у $дм^2$ і $см^2$.

6. Підготуйте повідомлення про вимірювальні прилади, з якими ви маєте справу в повсякденному житті.

Ключові терміни

Фізична величина; Міжнародна система одиниць (СІ); прямі та непрямі вимірювання; ціна поділки шкали.

Підручник відповідає вимогам Державного стандарту

§ 4. ПОНЯТТЯ ПРО РІЗНІ ВИДИ МАТЕРІЇ. БУДОВА РЕЧОВИНИ

На наш погляд, на заставці до параграфа кмітливий дослідник може «знайти» всі три види матерії, що відомі вченим. Зіграймо у квест? Запропонуйте свої версії після опрацювання цього параграфа.

1. Які існують види матерії?

Матерія — це все те, що незалежно від нашої свідомості існує у Всесвіті. Таке широке означення дає змогу віднести до матерії всі складові — й ті, що вже відомі науці, й ті, які ще будуть відкриті в майбутньому. *Перший вид матерії* — це вже знайома вам **речовина**.

З яких речовин складається сніговик? А які речовини, на ваш погляд, входять до складу телефона?

Видавництво «Ранок» Підручник

У XIX ст. вчені виявили *другий вид матерії* — **поле**. Наприклад, за допомогою електромагнітного поля (електромагнітних хвиль) ми маємо змогу бачити навколишній світ, спілкуватися мобільним телефоном, з'ясовувати координати автомобіля під час подорожі тощо.

Наприкінці XX ст. науковці додали до переліку видів матерії *третій вид матерії*, а саме матеріальні сутності під назвами **«темна матерія»** і **«темна енергія»***. Фізичну природу цих сутностей досі не встановлено.

Фізики стверджують, що темна матерія точно існує, але її неможливо «побачити». Наявні прилади безсилі, а нові методи спостереження ще не винайшли. Отже, чекаємо на нове покоління дослідників!

Саме такий вигляд міг би мати зараз герой фантастичного роману англійського письменника Герберта Веллса «Невидимець». Таку людину ніхто не бачить, але її можна торкнутися, виявити сліди, які вона залишає, нарешті її можна відшукати завдяки одягу. Може, й до темної матерії потрібно застосовувати інші методи та прилади, якщо традиційні не працюють?

2. Яка різниця між мікро-, макро- та мегасвітом?

Увесь час, скільки існує фізика, вчені прагнуть виявити універсальний (єдиний) закон, якому підкорялися б

* До розмови про темну енергію повернемося пізніше, після ознайомлення з поняттям «енергія».

Видавництво "Ранок"

усі об'єкти у Всесвіті. На жаль, поки цього не сталося. Фізики поділили Всесвіт на умовні частини за розмірами об'єктів; кожна така частина має свою специфіку, і її вивчають відповідні фахівці (рис. 4.1).

Рис. 4.1. Діапазон розмірів у Всесвіті

Найбільш звичними для нас розмірами є розміри предметів навколо: будівлі, автомобілі, книжки… А ще літаки, лани, річки, гори, міста тощо. Світ планет, людина та об'єкти, що її оточують, — це **макросвіт**.

Зорі, галактики — це світ дуже великих розмірів, які вимірюються в мільйонах кілометрів, у світлових роках, парсеках. Саме тому він отримав назву **мегасвіт**.

Будь-яка речовина складається з дуже малих частинок — атомів і молекул. Світ таких частинок і частинок, із яких складаються атоми, отримав назву **мікросвіт**.

Підкреслимо, що цей поділ є умовним. Адже мега-, макро- й мікросвіти — єдиний Всесвіт, де ми живемо.

3. Чим відрізняються атоми та молекули?

Кожна речовина складається з певних молекул і тільки з них. Перш ніж вивчати будову молекули, згадаймо українську абетку. У ній лише 33 букви, проте з них можна скласти тисячі слів. Проведіть аналогію: буква — атом, слово — молекула. Кожне слово — певна комбінація букв. *Кожна молекула — певна комбінація атомів*.

Використовуючи цю аналогію, розглянемо дві різні молекули — мурашиної кислоти і метанолу (рис. 4.2, *а*, *б*). Молекула мурашиної кислоти є аналогом слова, яке складається з 5 букв, а молекула метанолу є аналогом іншого слова — із 6 букв. Таким чином, *кожна нова комбінація атомів відповідає новій молекулі*.

Отже, з відомих науці (на травень 2024 р.) 118 видів атомів можна скласти мільйони різноманітних молекул і, відповідно, отримати мільйони різноманітних речовин.

Підручник видавництва «Ранок»

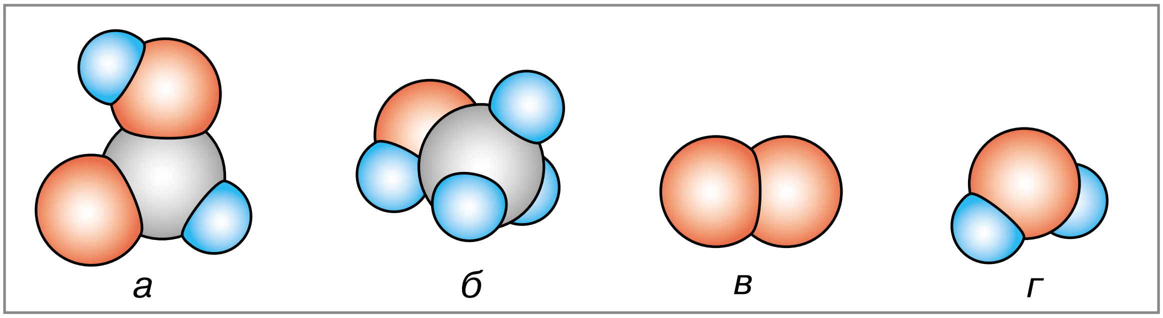


Рис. 4.2. Схематичне зображення молекул деяких речовин: *а* — мурашиної кислоти (HCOOH); *б* — метанолу (CH_3OH); *в* — кисню (O_2); *г* — води (H_2O). Сині кульки — моделі атомів водню, сірі — вуглецю, червоні — кисню

Чи може молекула складатися з однакових атомів? Чи може в різних молекулах бути однаковою кількість атомів? Скільки видів атомів містить кожна молекула на рис. 4.2?

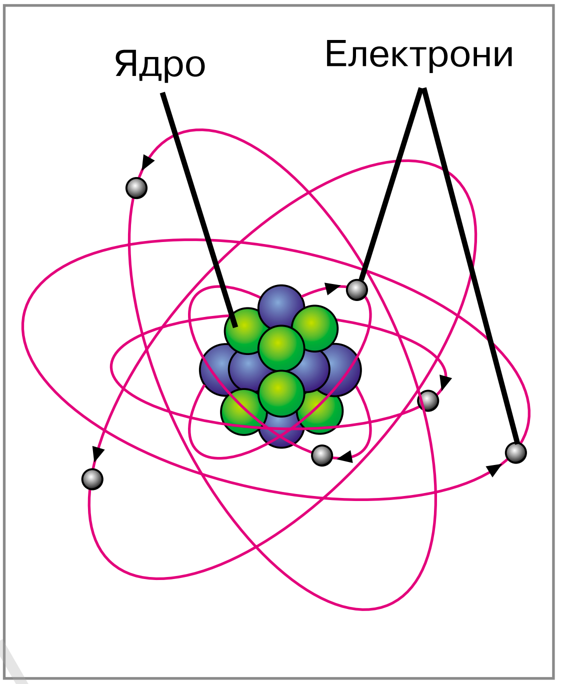
4. Наскільки малий атом і як він побудований?

Характеризуючи об'єкти мікросвіту, учені використовують числа, що суттєво відрізняються від тих, з якими людина має справу в повсякденному житті. Так, *розмір атома приблизно дорівнює* 0,000 000 000 1 м. Щоб уявити, наскільки малим є це значення, наведемо приклад.

Якщо всі атоми, з яких складається металева кулька радіусом 2 мм, розмістити один за одним, то отримаємо ланцюжок такої довжини, як відстань від Землі до Сонця. Атом, як і молекула, має складну будову. Атом являє собою *ядро*, оточене легкими частинками — *електронами*. Діаметр ядра атома набагато менший від діаметра власне атома — приблизно у стільки разів, у скільки розмір горошини менший від розміру футбольного поля.

Видавництво «Підручники і посібники»

Рис. 4.3. Планетарна модель атома. Насправді відстань від ядра до електронів перевищує розмір ядра в 100 000 разів



Внутрішню будову атома наочно описати неможливо, тому для пояснення процесів, які відбуваються в атомі, створено його фізичні моделі, наприклад *планетарну модель атома* (рис. 4.3).

Чи знаєте ви, що...
Близько 20 років тому було створено найменший у світі «автомобіль» — наноавтомобіль. Він справді дуже малий, бо складається лише з однієї молекули, але має всі атрибути справжнього авто: перш за все — «колеса» та можливість рухатися, якщо його розмістити на поверхні золота за температури 200 °C. Ідея зацікавила інших дослідників, і вони створили другу, третю «моделі», а згодом навіть влаштували перегони розроблених наноавтомобілів.

5. А чи можна сховатися поміж молекул (атомів)?

Як ви вважаєте: якщо змішати 100 мл води та 100 мл спирту, яким буде об'єм суміші? Насправді він буде меншим від 200 мл! Річ у тім, що *між молекулами існують проміжки* і в ході змішування рідин молекули води потрапляють у проміжки між молекулами спирту і навпаки.

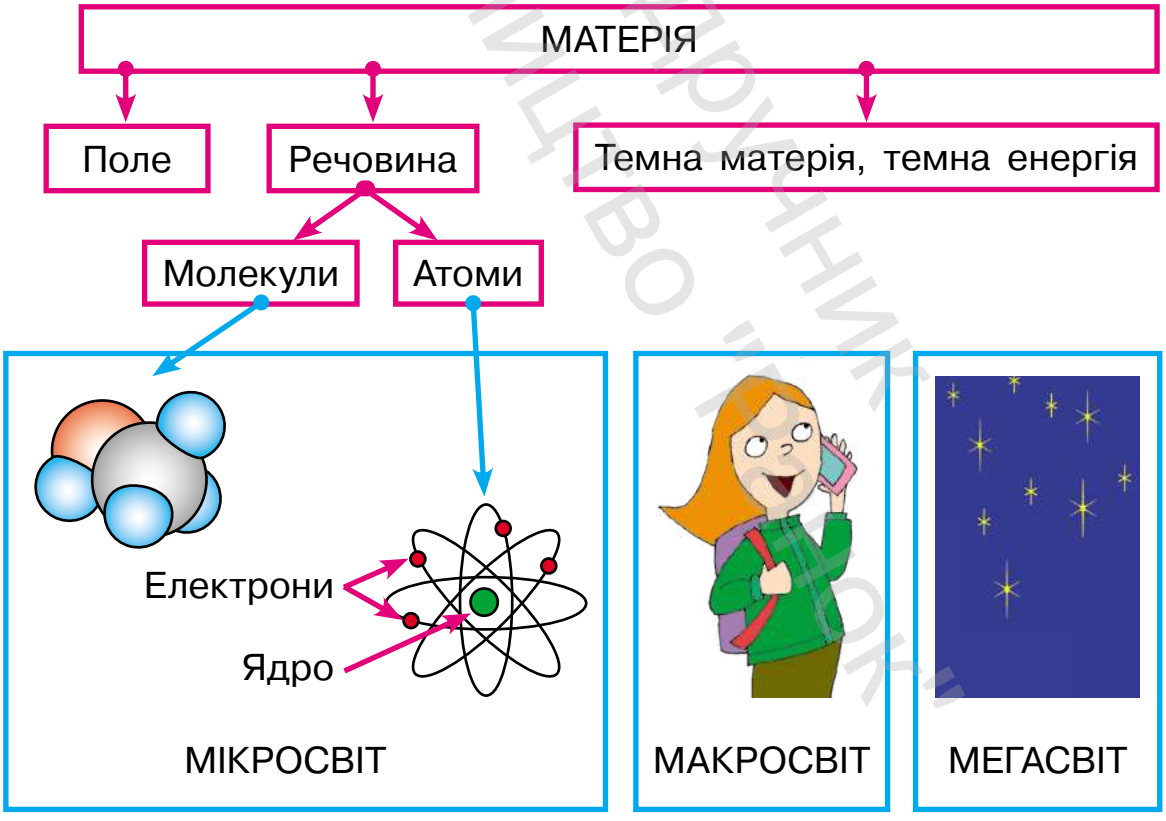
Видавництво «Ранок» Підручник

Дослідження

Що знадобиться: прозора склянка; пів склянки пшона; пів склянки гороху.

Змоделюйте дослід зі змішування води та спирту. Для цього наповніть склянку наполовину пшоном, а зверху — горохом. Закрийте склянку рукою і добре потрусіть. Прокоментуйте отриманий результат.

Підбиваємо підсумки



Підручник видавництва «Ранок»

Контрольні запитання

1. Що таке матерія? **2.** Які існують види матерії? **3.** Яка різниця між мікро-, макро- та мегасвітом? **4.** Скільки видів атомів відомо науці? **5.** Як пояснити той факт, що існують мільйони різних речовин? **6.** Що ви знаєте про розмір атомів і молекул? **7.** Результати якого досліду підтверджують, що між частинками речовини існують проміжки?

Вправа № 4

1. Чи можемо ми змінити об'єм тіла, не змінюючи кількості молекул у ньому? Якщо так, то як це зробити?

2. Обчисліть, скільки приблизно молекул можна розмістити вздовж відрізка завдовжки 0,5 мм. Вважайте, що діаметр молекули дорівнює 0,000 000 0001 м.

3. Площа плівки, утвореної на поверхні води краплею олії об'ємом 0,005 мм^3, не може бути більшою за 50 см^2. Який висновок щодо розміру молекул олії із цього випливає?

Ключові терміни

Матерія; мікро-, макро-, мегасвіт; молекули; атоми.

Підручник "Видавництво Ранок"

§ 5. РУХ І ВЗАЄМОДІЯ ЧАСТИНОК РЕЧОВИНИ

Дослідники знаходять метеорити, вік яких становить мільярди років. І весь цей час метеорити залишаються майже незмінними і не розсипаються на окремі молекули. А що заважає метеоритам та іншим фізичним тілам розпастися на молекули? Відповідь на це та багато інших запитань ви одержите в цьому параграфі.

1. Чи існують загальні «правила поведінки» атомів і молекул?

Продовжимо знайомитися з мікросвітом. Ідею, що речовина складається з маленьких тілець — атомів (у перекладі з грецької — «неподільні»), висловив давньогрецький філософ *Демокріт* (бл. 460–370 рр. до н. е.) майже 25 століть тому. Зараз ми маємо безліч підтверджень існування атомів і молекул, є навіть

Підручник рекомендовано Міністерством освіти і науки України

знімки окремих атомів. Але тоді ідею Демокріта просто забули. Її повернення відбулося лише в XIX ст. Саме тоді почались інтенсивні дослідження та було створено **молекулярно-кінетичну теорію (МКТ).**

Докладно вивчати МКТ ви будете пізніше, а зараз сформулюємо *три основні положення МКТ*.

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

1. *Усі речовини складаються із частинок (молекул, атомів);* між частинками є *проміжки*.
2. *Частинки речовини перебувають у безперервному хаотичному (безладному) русі;* такий рух називають *тепловим*.
3. *Частинки речовини взаємодіють одна з одною* (притягуються та відштовхуються).

2. Які докази підтверджують безперервний хаотичний рух частинок речовини?

Із 5 класу вам відомий такий процес, як *дифузія* (від латин. *diffusio* — поширення, розтікання). Нагадаємо його означення.

> **Дифузія** — процес самовільного проникнення молекул однієї речовини в проміжки між молекулами іншої речовини, внаслідок чого відбувається перемішування дотичних речовин.

Причиною дифузії є *безперервний хаотичний рух частинок речовини* (молекул, атомів). Завдяки такому рухові речовини перемішуються без зовнішнього втручання.

Підручник видавництва "Ранок"

Підтвердимо це за допомогою досліду. У прозору посудину з водою наллємо водний розчин мідного купоросу так, щоб рідини не змішалися (рис. 5.1). Спочатку спостерігатимемо чітку межу між водою і розчином, проте, залишивши посудину у спокої на кілька днів, побачимо, що вся рідина набула бірюзового кольору (рис. 5.2), тобто рідини самовільно змішалися.

Рис. 5.1. За допомогою лійки можна акуратно налити розчин мідного купоросу на дно склянки з водою

Безперервний хаотичний рух частинок речовини називають *тепловим рухом*, тож природним є припущення, що за вищої температури дифузія прискорюється. Досліди і повсякденний досвід підтверджують це припущення.

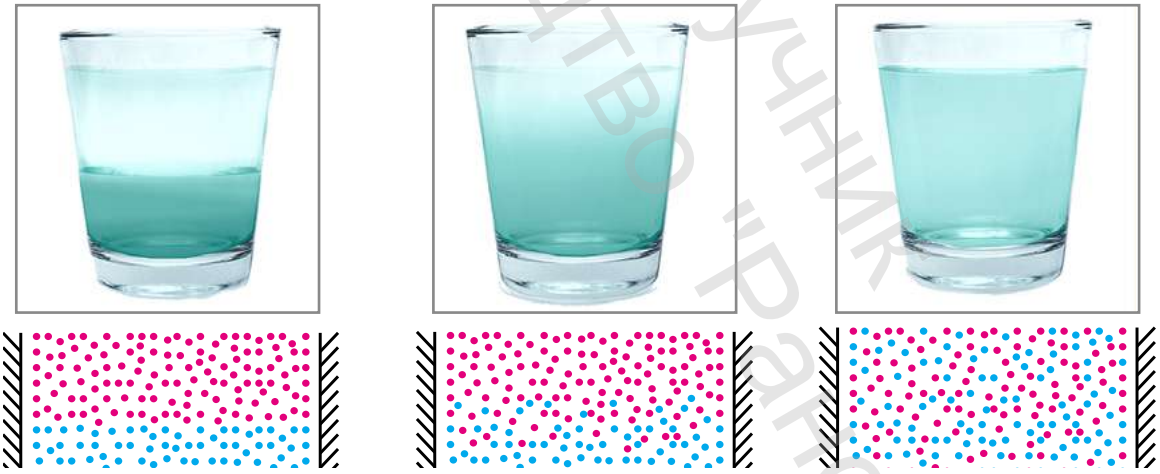


Рис. 5.2. Процес дифузії та його схематичне зображення: на межі двох речовин молекули однієї речовини проникають у проміжки між молекулами іншої, і в результаті із часом речовини повністю перемішуються

Електронний підручник видавництво "Ранок"

Наведіть приклади застосування дифузії в житті людини, техніці. Доведіть, що зі збільшенням температури дифузія відбувається швидше.

3. Як було доведено безперервний рух атомів і молекул?

Ще приблизно 150–200 років тому атомно-молекулярна структура речовини була предметом запеклих дискусій. Перемогу атомістики остаточно закріпило обґрунтування *броунівського руху.*

Броунівський рух — хаотичний рух видимих у мікроскоп малих твердих частинок, завислих у рідині або газі, який відбувається під дією ударів молекул рідини або газу.

Броунівський рух отримав свою назву на честь шотландського ботаніка *Роберта Броуна* (1773–1858), який першим спостерігав його в 1827 р. Розглядаючи в мікроскоп завислі у воді досить малі тверді частинки (пилкові зерна розміром менш ніж 1 мкм)*, Броун помітив, що вони весь час рухаються (начебто стрибають) і безперервно змінюють напрямок свого руху.

Поведінку броунівської частинки можна пояснити тим, що внаслідок хаотичного руху молекул рідини ця частинка зазнає безперервних поштовхів з боку молекул. Пояснення ніби переконливе, але ж це не доказ. У 1905–1906 рр. *А. Ейнштейн* і польський фізик

* Тверду частинку такого розміру зараз називають **броунівська частинка**.

Видавництво "Підручник"

М. Смолуховський незалежно один від одного створили математичну модель броунівського руху. Розрахунки збіглися з результатами експериментів *Ж. Перрена* (рис. 5.3). Тож існування атомів і молекул, а також їх безперервний хаотичний рух було доведено.

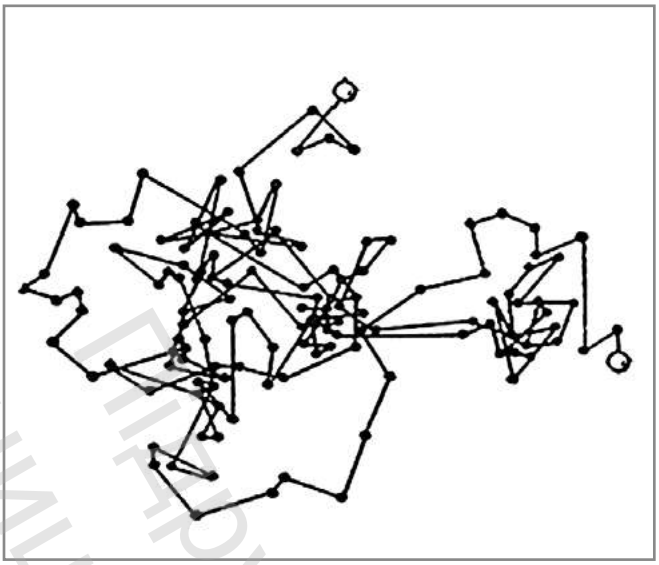


Рис. 5.3. Одна з майже тисячі схем, отриманих французьким фізиком Жаном Перреном. Учений позначав положення броунівської частинки через рівні інтервали часу (1 с). Зрозуміло, що справжня траєкторія руху частинки містить ще більше ланок

4. А як можна «побачити» взаємодію молекул?

Ми з'ясували, що молекули перебувають у безперервному хаотичному русі.

Здавалося б, хаотичний рух молекул мав би привести до розльоту всіх молекул навсібіч. Проте тверді тіла не тільки залишаються незмінними довгий час, але й навпаки — щоб їх розтягти, зламати, розірвати, потрібно докласти зусиль. Причина криється в притяганні між молекулами. Саме завдяки *міжмолекулярному притяганню* тверді тіла зберігають свою форму, рідина

Видавництво "Ранок" Підручник

збирається в краплини (рис. 5.4), клей прилипає до паперу, пружина, яку розтягнули та відпустили, набуває вихідної форми.

Рис. 5.4. Провислу краплю води деякий час утримують від падіння сили притягання між молекулами

Дослідження

Що знадобиться: дві чисті та сухі пласкі порцелянові тарілки; два невеликі (орієнтовно 4×5 см) гладенькі клаптики фольги; вода.

Злегка змочіть пальцем поверхню однієї тарілки. Покладіть на тарілку клаптик фольги та ретельно розрівняйте його, щоб не було пухирців повітря. На іншу, суху, тарілку покладіть і розрівняйте другий клаптик. Спробуйте повільно рухати пальцем клаптик фольги в горизонтальній площині — спочатку в першій тарілці, а потім у другій. Сформулюйте гіпотезу щодо причин різної «поведінки» клаптиків фольги.

Згадайте ситуацію, коли ви зустрічалися з подібним явищем.

Якщо між молекулами є притягання, то чому розбита чашка не стає цілою після того, як її уламки притиснуть один до одного? Пояснюється це тим, що

Видавництво «Ранок» Підручник

міжмолекулярне притягання стає помітним тільки на дуже малих відстанях — таких, які можна порівняти з розмірами самих молекул. Коли ми притискаємо один до одного уламки чашки, то через нерівність поверхонь на такі малі відстані зближується незначна кількість молекул. А відстань між іншими молекулами залишається такою, що вони майже не взаємодіють.

Дослідження

Що занадобиться: монета; пластикова пляшка, до країв заповнена водою.

Спробуйте стиснути монету; закриту пластикову пляшку, до країв заповнену водою. Сформулюйте гіпотезу, що пояснює результат дослідження.

Молекули не лише притягуються одна до одної, а й відштовхуються. Зазвичай у рідинах і твердих тілах притягання врівноважується відштовхуванням. Але якщо стиснути рідину або тверде тіло, то відстань між молекулами зменшиться і міжмолекулярне відштовхування стане сильнішим за притягання.

А як насправді?

У своєму репортажі блогер пояснював слухачам, що з двох уламків лінійки неможливо без сторонніх засобів отримати єдине ціле, оскільки між молекулами лінійки діють сили відштовхування. Чи поділяєте ви думку блогера?

Підбиваємо підсумки

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

1. Усі речовини складаються із частинок (молекул, атомів); між частинками є проміжки

2. Частинки речовини перебувають у безперервному хаотичному русі

3. Частинки речовини взаємодіють одна з одною

Дифузія — процес самовільного проникнення молекул однієї речовини в проміжки між молекулами іншої речовини, внаслідок чого відбувається перемішування дотичних речовин

Броунівський рух — хаотичний рух видимих у мікроскоп малих твердих частинок, завислих у рідині або газі, який відбувається під дією ударів молекул рідини або газу

Контрольні запитання

1. Сформулюйте основні положення МКТ. **2.** Що таке дифузія? Наведіть приклади проявів дифузії. **3.** Який рух називають тепловим? **4.** Що таке броунівський рух? Чому він виникає? **5.** Як можна довести, що між частинками речовини існують проміжки? **6.** Чому тверді тіла та рідини не розпадаються на окремі частинки? **7.** За якої умови взаємодія між частинками речовини стає помітною?

Видавництво "Ранок" Підручник

Вправа № 5

1. У чому подібність і в чому відмінність холодної та гарячої води з погляду молекулярно-кінетичної теорії?

2. Є два способи підживлення рослин: поливання спеціальними розчинами (прикореневе підживлення); обприскування (позакореневе підживлення). Поясніть, як діють обидва способи.

3. Щоб розірвати нитку, потрібно докласти зусиль. Чому?

4. Наведіть три аргументи щодо необхідності вивчення дифузії.

Ключові терміни

МКТ; тепловий рух; дифузія; броунівський рух.

Видавництво "Ранок" Підручник

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА

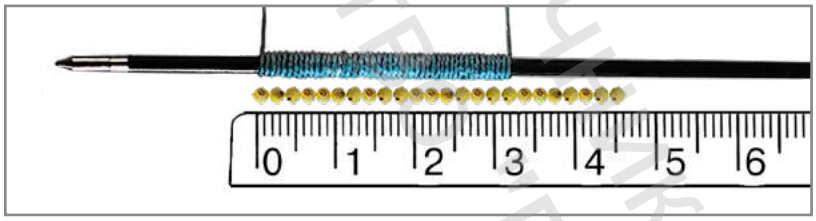
Тема. Вимірювання розмірів малих тіл методом рядів.

Мета: визначити методом рядів діаметр горошини, діаметр пшоняного зернятка, товщину нитки.

Обладнання: лінійка; невеликі посудини із пшоном і горохом; дві зубочистки; стрижень для ручки; нитка (№ 10) завдовжки близько 50 см.

Постановка завдання

1. Уважно прочитайте тему і мету роботи, ознайомтесь із переліком обладнання, яке запропоновано для її виконання.
2. Розгляньте рисунок і обміркуйте запропонований метод вимірювання розмірів малих тіл.



3. Складіть план дій.
4. Проведіть експеримент і запишіть отримані результати.
5. Оформте звіт, у якому зазначте: тему та мету роботи, використане обладнання, план дій, отримані результати.

Підручник видавництва Ранок

Зі зразком оформлення звіту ви можете ознайомитися за QR-кодом або посиланням: rnk.com.ua/108450

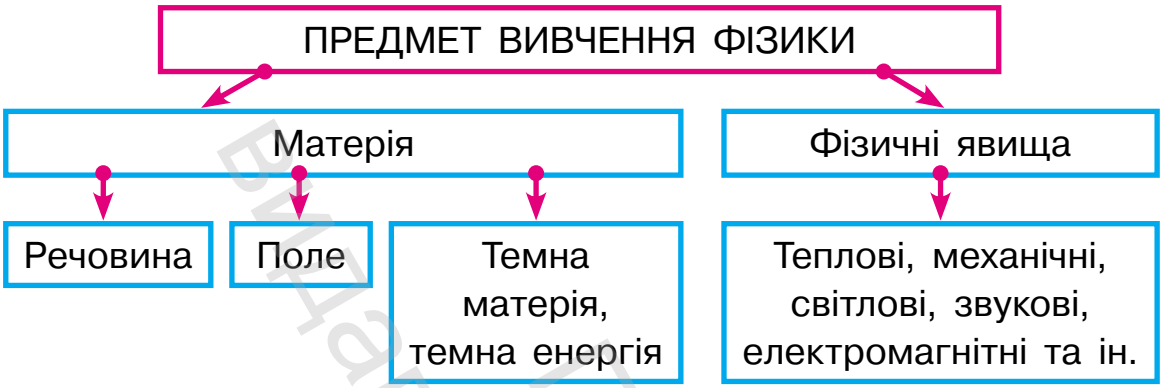
Робота в команді

1. Об'єднайтесь у групи.
2. У кожній із груп обговоріть інші можливі методи вимірювання діаметра горошини. Проаналізуйте переваги та недоліки кожного методу, виберіть один із них.
3. Виконайте відповідний схематичний рисунок. Якщо є можливість, зробіть вимірювання.
4. Підготуйте коротку презентацію з описом методу вимірювання й отриманих результатів.
5. Презентуйте метод під час обговорення в класі.

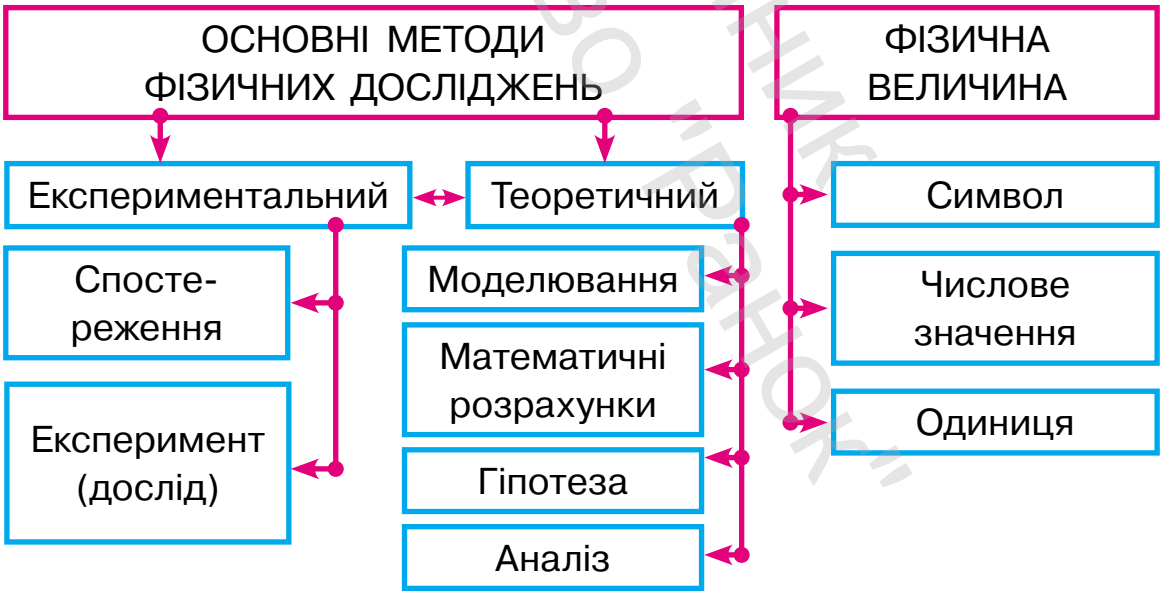
Електронний підручник Видавництво "Ранок"

ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ 1

1. Ви дізналися, що фізика є *основною природничою наукою*, та одержали відповідь на запитання *«Що вивчає фізика?»*.

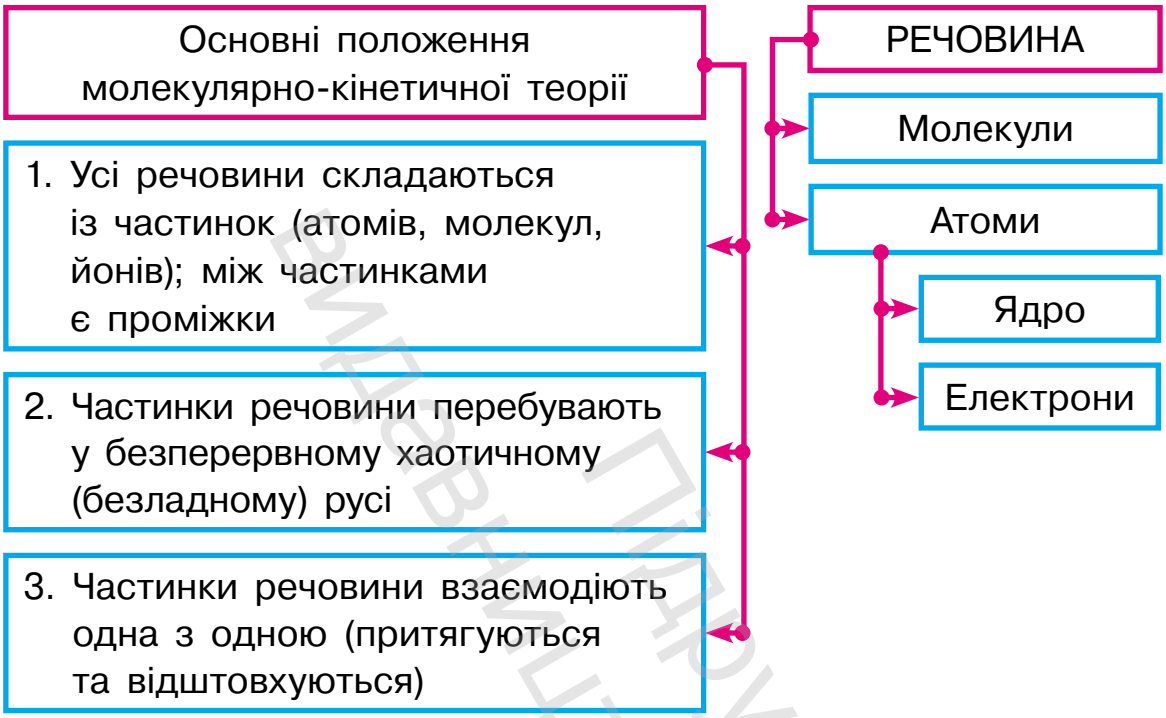


2. Ви ознайомилися з *основними методами фізичних досліджень* та розширили свої *знання про фізичні величини*.



Видавництво "Ранок"

3. Ви дізналися про *основні положення молекулярно-кінетичної теорії (МКТ)* та з'ясували, *із чого складається речовина*.



Електронний підручник видавництво "Ранок"

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ДО РОЗДІЛУ 1

rnk.com.ua/106648

У завданнях 1–8 виберіть одну правильну відповідь.

1. *(1 бал)* Хто із зазначених дослідників зробив великий внесок у розвиток фізики?
а) Ісаак Ньютон;
б) Фернан Маґеллан;
в) Джеймс Кук;
г) Жак-Ів Кусто.

2. *(1 бал)* Прикладом фізичного тіла може бути:
а) мідь;
б) маса;
в) метеорит;
г) хвилина.

3. *(1 бал)* Який префікс слід додати до основної одиниці фізичної величини, щоб отримати одиницю, яка менша від основної в 1000 разів?
а) санти- (с);
б) кіло- (к);
в) мілі- (м);
г) мікро- (мк).

4. *(1 бал)* Яке з наведених понять є фізичним явищем?
а) швидкість руху;
б) нагрівання;
в) час;
г) міркування.

5. *(1 бал)* Унаслідок явища дифузії:
а) кисень із повітря потрапляє на дно глибокої водойми;
б) зменшується довжина рейки під час її охолодження;
в) тане лід;
г) рідина збирається в краплі.

Підручник "Видавництво Ранок"

6. *(1 бал)* Молекули речовини:
а) завжди перебувають у стані спокою;
б) безперервно та хаотично рухаються;
в) тільки відштовхуються одна від одної;
г) тільки притягуються одна до одної;
д) розташовані так, що між ними немає проміжків.

7. (*2 бали)* Яка нерівність є істинною?
а) 520 см > 52 дм;
б) 2000 мкм > 20 мм;
в) 3300 г < 33 кг;
г) 3 с < 300 мс.

8. *(2 бали)* Корпус мікрохвильової печі має форму прямокутного паралелепіпеда, довжина якого становить 0,50 м, ширина — 300 мм, висота — 42 см. Яким є об'єм корпуса?
а) 0,063 $м^3$;
б) 630 $см^3$;
в) 6300 $см^3$;
г) 6300 $мм^3$.

9. *(3 бали)* Установіть відповідність між кожним словом (1–6) речення і фізичним поняттям (А–Є).

Алюмінієвий (**1**)	**А** Одиниця фізичної величини
дріт (**2**)	**Б** Речовина
масою (**3**)	**В** Фізична величина
двадцять (**4**)	**Г** Фізичне тіло
грамів (**5**)	**Д** Фізичне явище
зігнули (**6**).	**Е** Фізичний закон
	Є Числове значення фізичної величини

ВИДАВНИЦТВО "ПІДРУЧНИК УРАНОК"

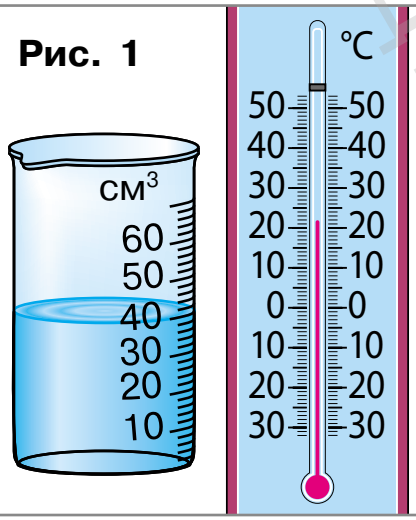
10. *(3 бали)* Розгляньте рис. 1 і заповніть таблицю.

Назва прила-ду	Фізична величина, вимірю-вана приладом	Одиниця фізичної величини	Ціна поділки шкали приладу	Показ при-ладу	Межі вимірювання	
					верх-ня	нижня

11. *(4 бали)* За рис. 2 визначте діаметр дроту.

12. *(4 бали)* Яку максимальну кількість однакових брусків (див. рис. 3) можна упакувати в коробку заввишки 2,5 см, завдовжки 14 см і завширшки 6 см, щоб можна було її щільно закрити? Висота бруска 0,8 см, ширина 1,2 см.

Рис. 1



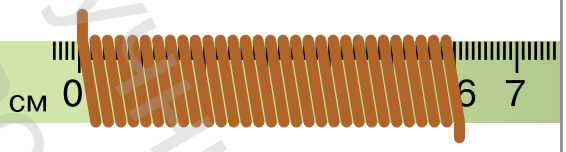


Рис. 2

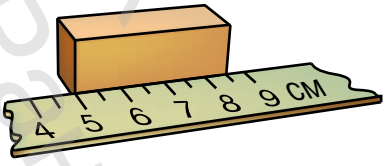


Рис. 3

Звірте ваші відповіді на завдання з наведеними наприкінці підручника. Полічіть суму балів за правильні відповіді та поділіть її на 2. Результат відповідатиме рівню ваших навчальних досягнень.

Видавництво "Ранок"

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ

1. Технічні винаходи, що змінили життя людства.
2. Сучасна фізика як доказ мудрості наших предків.
3. Історія створення перших еталонів.
4. Які еталони має Україна і де вони зберігаються.
5. Еволюція вимірювальних приладів.
6. Які вони — найдрібніші об'єкти в природі.
7. Стародавні одиниці довжини і часу.
8. Як зароджувалося вчення про атоми.
9. Перші спроби та сучасні методи вимірювання розмірів молекул.
10. Що можуть нанотехнології.
11. Дифузія навколо нас.
12. Які метеорити можуть загрожувати існуванню людства.
13. Мікро-, макро- й мегасвіти.
14. 10 цікавих фактів із життя видатних учених.
15. Історія одного відкриття.
16. Архімед — великий давньогрецький математик, фізик, інженер.
17. Аристотель — видатний учений давнини.

Підручник видавництва "Ранок"

18. Досягнення і трагедії італійського фізика Ґ. Ґалілея.

19. Генії фізичної науки XX століття.

20. Внесок українських учених у розвиток сучасної техніки.

21. Нобелівська премія з фізики та її лауреати.

ТЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Спостереження та дослідження процесу дифузії.

2. Вимірювання лінійних розмірів тіл за допомогою різних приладів.

3. Вимірювання площі поверхні тіл різними способами.

ТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

1. Природні явища та їхній вплив на життя і здоров'я людини.

2. Що таке атом: від давнини до сучасних уявлень.

3. Дифузія в природі, техніці, побуті.

4. Еволюція вимірювальних приладів. Кожен крок у збільшенні точності вимірювань — сходинка в розвитку науки і техніки.

5. Вимірювання розмірів тіл (довжини, висоти, площі, об'єму) різними способами.

rnk.com.ua/108308

Ознайомтеся з етапами роботи над навчальним проєктом.

Підручник видавництва "Ранок"

Розділ 2
МЕХАНІЧНИЙ РУХ

Частина 1.
«Прямолінійний рівномірний рух»

- Ви уявляєте, що таке точка, а дізнаєтеся про матеріальну точку
- Ви можете описати рух тіла, спостерігаючи за ним, а зможете розказати, як рухалося тіло, розглядаючи графік його руху
- Ви знаєте, що літак заправляють під час стоянки, а дізнаєтеся, як це можна зробити в повітрі, під час польоту

Видавництво «Підручники і посібники»

§ 6. МЕХАНІЧНИЙ РУХ. ВІДНОСНІСТЬ РУХУ ТА СПОКОЮ

Згадайте: ви сидите у вагоні потяга й дивитеся на інший потяг, який стоїть на сусідній колії. Раптом вам здається, що ваш потяг рушив із місця, адже за вікном почали пропливати вагони сусіднього потяга. І тут ви дивитесь у вікно навпроти і… розумієте, що ваш потяг, як і раніше, стоїть біля перону. А якби вікна навпроти не було, змогли б ви з'ясувати, чи ваш потяг відправився від станції?

1. Що таке механічний рух?

Усе у світі перебуває в русі (рис. 6.1): мільярди років, що існує Всесвіт, рухаються зорі та галактики; Земля обертається навколо Сонця, здійснюючи один оберт за рік; у краплині води безліч мікробів щосекунди пересуваються з місця на місце.

Підручник
Видавництво «Ранок»

Механічний рух — це зміна із часом положення тіла або частин тіла в просторі відносно інших тіл.

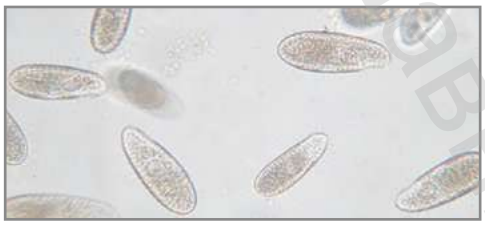


Рис. 6.1. Усе у світі рухається: і величезні галактики, і тіла, що нас оточують, і мікроскопічні істоти

Будь-які механічні рухи мають спільні риси:

1) *усі тіла, що рухаються, змінюють своє положення в просторі відносно інших тіл;*

2) *зміна положення тіл відбувається з плином часу.*

2. Коли тіло можна вважати матеріальною точкою?

На практиці дослідити рух усіх точок тіла досить складно, та часто в цьому й немає потреби. Описуючи рух тіла, розміри якого набагато менші, ніж відстані, які воно долає, тіло замінюють на *фізичну модель — матеріальну точку*. Матеріальна точка *не має розмірів, а її маса дорівнює масі даного тіла.*

Видавництво "Ранок" Підручник

Матеріальна точка — це фізична модель тіла, розмірами якого в умовах даної задачі можна знехтувати.

Те саме тіло в умовах однієї задачі можна вважати матеріальною точкою, а в умовах іншої — не можна.

Уявіть собі автомобіль, який прямує трасою з Одеси до Києва, і цей самий автомобіль, коли він паркується на автостоянці. У першому випадку, досліджуючи рух автомобіля, його розмірами можна знехтувати. Тобто можна не враховувати, що під час руху автомобіля його окремі точки рухалися по-різному, адже відстань, яку подолав автомобіль, була набагато більшою за його, скажімо, довжину. У другому випадку нехтувати розмірами автомобіля не можна.

Наведіть приклади, коли людину, Землю, олівець, дерево можна вважати матеріальною точкою, а коли не можна.

Зверніть увагу! Коли ми будемо визначати координати тіла й описувати його рух, ми вважатимемо тіло матеріальною точкою.

3. Які об’єкти утворюють систему відліку?

Коли тіло рухається, його положення в просторі змінюється.

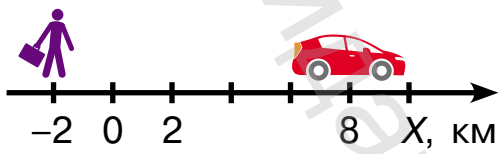
Тіло, відносно якого розглядають положення рухомого тіла, називають **тілом відліку**.

За тіло відліку можна взяти будь-яке тіло, обравши його з міркувань зручності. Це може бути як дерево на узбіччі, так і автомобіль, що мчить дорогою. Тілом відліку можуть бути і планета Земля, і Сонце.

Підручник Видавництво Ранок

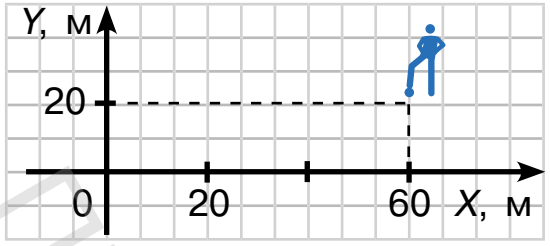
Яке тіло, на вашу думку, доцільно взяти за тіло відліку, досліджуючи ваш рух на перерві? під час подорожі?

Після того як тіло відліку вибрано, з ним пов'язують **систему координат**. Система координат задається за допомогою однієї, двох або трьох координатних осей; уздовж осей відкладають відстані в обраному масштабі, наприклад у кілометрах або метрах (рис. 6.2, 6.3).



Одновимірна система координат

Рис. 6.2. Щоб визначити положення пішохода й автомобіля в певний момент часу на прямолінійній ділянці дороги, досить однієї координати:
$x_п = -2$ км; $x_а = 8$ км



Двовимірна система координат

Рис. 6.3. Щоб визначити положення футболіста на полі в певний момент часу, потрібно знати дві координати:
$x = 60$ м; $y = 20$ м

Вибірничий підручник

Дослідження

Що знадобиться: лінійка.

Пов'яжіть із вашим столом двовимірну систему координат, узявши за початок координат кут стола, а за осі координат — його краї, що прилягають до цього кута. Визначте координати двох-трьох предметів на столі.

Зміна положення тіла відбувається не миттєво, а протягом певного часу, тому для дослідження механічного руху необхідним є також **прилад для відліку часу** — *годинник*.

Тіло відліку, пов'язана з ним система координат і прилад для відліку часу утворюють **систему відліку.**

Чи знаєте ви, що...

Використовуючи мобільний додаток «Карти Google», ви можете досить точно потрапити в пункт призначення: і ваші координати, і координати пункту призначення буде визначено з точністю до 1–3 м. Якщо ж застосувати GPS-приймачі, що працюють у режимі RTK (Real-Time Kinematic positioning), точність збільшиться до 1 см за горизонталлю. Раніше про таку точність не мріяли навіть фантасти.

4. Чи можемо ми рухатися й водночас залишатися нерухомими?

Те, що тіло відліку вибирають довільно, означає, що *стан руху і стан спокою є відносними*.

Читаючи ці рядки, ви, найімовірніше, сидите в класі за партою або вдома за столом. Назвіть тіла, відносно яких ви рухаєтесь, і тіла, відносно яких ви перебуваєте у стані спокою.

А як насправді?

Давньогрецький учений *Клавдій Птолемей* стверджував, що Земля нерухомо висить у просторі, а Сонце обертається навколо неї. А от учений епохи Відродження *Миколай Коперник*, навпаки, вважав, що нерухомим є Сонце, а рухається Земля. Хто з них був правий? Чи, може, обидва помилялися?

Електронний підручник
Видавництво «Ранок»

Відносність руху дає можливість «зупинити» літак у польоті. Для цього потрібен ще один літак, який буде рухатися поряд із першим, не відстаючи і не обганяючи його, — так літаки перебуватимуть у стані спокою відносно один одного. Саме так заправляють літаки під час польоту.

Підручник Видавництво "Ранок"

Підбиваємо підсумки

Механічний рух — це зміна із часом положення тіла або частин тіла у просторі відносно інших тіл.

Матеріальна точка (м. т.) — це фізична модель тіла, розмірами якого в умовах даної задачі можна знехтувати.

$$\text{Маса}_{\text{м. т.}} = \text{Маса тіла}$$

Система відліку:

- тіло відліку (тіло, відносно якого розглядають положення рухомого тіла);
- система координат, пов'язана з ним;
- прилад для відліку часу.

Контрольні запитання

1. Дайте означення механічного руху. Наведіть приклади. **2.** Що таке тіло відліку? **3.** Як задають систему координат? **4.** Які об'єкти утворюють систему відліку? **5.** У яких випадках тіло, що рухається, можна розглядати як матеріальну точку? **6.** Як ви розумієте вираз «механічний рух є відносним»?

Вправа № 6

1. Визначте, відносно яких тіл розглядають рух у таких прикладах: а) шматок пінопласту нерухомо лежить на поверхні води в річці; б) повз автомобіль «пролітають» придорожні стовпи; в) сонце сідає на заході.

2. Розгляньте рисунок. Чи рухаються люди? Наведіть аргументи на підтвердження своєї думки. Чи можна знайти тіло, відносно якого люди не рухаються?

Електронний підручник видавництва "Ранок"

3. Під час Першої світової війни стався такий випадок. Піднявшись на висоту 2 км, пілот літака побачив біля свого обличчя якусь «комаху» та спіймав її. Але «комаха» виявилась кулею з рушниці. Чому пілот зміг спіймати кулю?

4. Чи можна вважати космічний корабель матеріальною точкою, коли він: а) здійснює переліт Земля — Марс? б) виконує посадку на поверхню Марса?

5. Координати дерева, каменя та світлофора, розташованих на узбіччі прямолінійної ділянки дороги, відповідно такі: $x_д = -1$ км; $x_к = 2$ км; $x_с = 3{,}5$ км. Накресліть координатну вісь, позначте на ній початок координат і положення зазначених тіл. Визначте відстані між тілами.

Ключові терміни

Механічний рух; тіло відліку; система координат; система відліку; матеріальна точка; відносність руху

ВИДАВНИЦТВО "РАНОК" ПІДРУЧНИК

§ 7. ТРАЄКТОРІЯ РУХУ. ШЛЯХ. ПЕРЕМІЩЕННЯ

У безхмарну погоду високо в небі можна побачити білий слід, який залишає літак під час свого руху. За цим слідом можна дізнатися про траєкторію руху літака. А що таке траєкторія руху? Відповідь на це, а також на багато інших запитань ви знайдете в цьому параграфі.

1. Чи бачимо ми траєкторію руху?

Рис. 7.1. На папері кінець олівця залишає лінію, по якій рухався

Візьміть олівець і аркуш. Не відриваючи олівця від паперу, напишіть будь-яке слово (рис. 7.1). А тепер «напишіть» олівцем те саме слово в повітрі. Лінія, що її описав кінчик олівця, збігається з *траєкторією його руху*, тобто з лінією, у кожній точці якої послідовно побував кінчик олівця.

Підручник видавництва «Ранок»

Траєкторія руху — це уявна лінія, яку описує в просторі точка, що рухається.

Зазвичай ми не бачимо траєкторії руху тіл, проте іноді сліди, які залишають тіла під час руху, можна вважати траєкторією.

Як ви вважаєте, траєкторії руху яких тіл можна відновити за слідами? У яких випадках траєкторію руху «заготовлюють» заздалегідь?

Форма траєкторії може бути різною: пряма, коло, дуга, ламана тощо. *За формою траєкторії рух тіл поділяють на прямолінійний і криволінійний* (рис. 7.2).

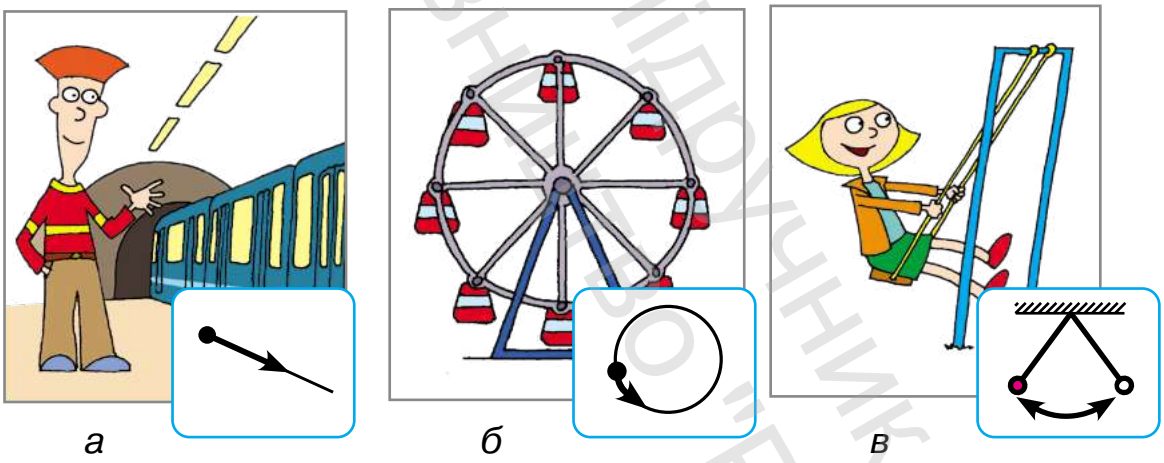


Рис. 7.2. Рух потяга на станції метро (*а*) — приклад прямолінійного руху; рух кабінки оглядового колеса (*б*) і рух гойдалки (*в*) — приклади криволінійного руху

2. Чим шлях відрізняється від переміщення?

Поставте в зошиті дві точки — *A* і *B* — та з'єднайте їх кривою лінією. Щоб знайти шлях, який подолав кінець

ВИДАВНИЦТВО "ГРАНОК" ПІДРУЧНИК

олівця рисуючи лінію, необхідно виміряти довжину цієї лінії, тобто знайти довжину траєкторії (рис. 7.3.).

Шлях — це фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії.

Шлях позначають символом l.

Одиниця шляху в СІ — **метр**: $[l] = \text{м}$.

Використовують також частинні та кратні одиниці шляху, наприклад *міліметр* (мм), *сантиметр* (см), *кілометр* (км).

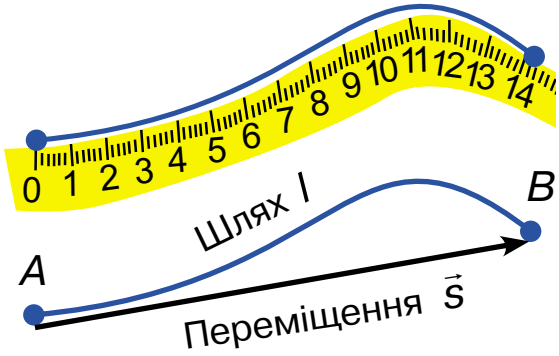


Рис. 7.3. Шлях та переміщення кінчика олівця

Звернемося до рис. 7.3 і з'єднаємо точки A і B відрізком зі стрілкою. Отримаємо *напрямлений відрізок*, який покаже, *у якому напрямку* та *на яку відстань перемістився* кінець олівця.

Напрямлений відрізок, який з'єднує початкове та кінцеве положення тіла, називають **переміщенням**.

Переміщення позначають символом $\vec{s}$.

Стрілка над символом фізичної величини показує, що *переміщення — це векторна фізична величина**.

* Фізичні величини, які мають значення та напрямок, називають *векторними*, а ті, які мають тільки значення, називають *скалярними*.

Підручник видавництва Ранок

Щоб правильно задати переміщення, необхідно вказати не тільки його значення (модуль), але й напрямок.

Модуль переміщення, тобто відстань, на яку перемістилося тіло в певному напрямку, також позначають символом s, але без стрілки.

Одиниця переміщення в СІ — **метр**: $[s] = \text{м}$.

Розгляньте рис. 7.4 та з'ясуйте:

- у якому випадку шлях і модуль переміщення виявляються рівними;
- коли переміщення дорівнює нулю;
- коли шлях більший за модуль переміщення.

Наведіть власні схожі приклади. Чи зможете ви навести приклад, коли модуль переміщення є більшим за шлях, який подолало тіло?

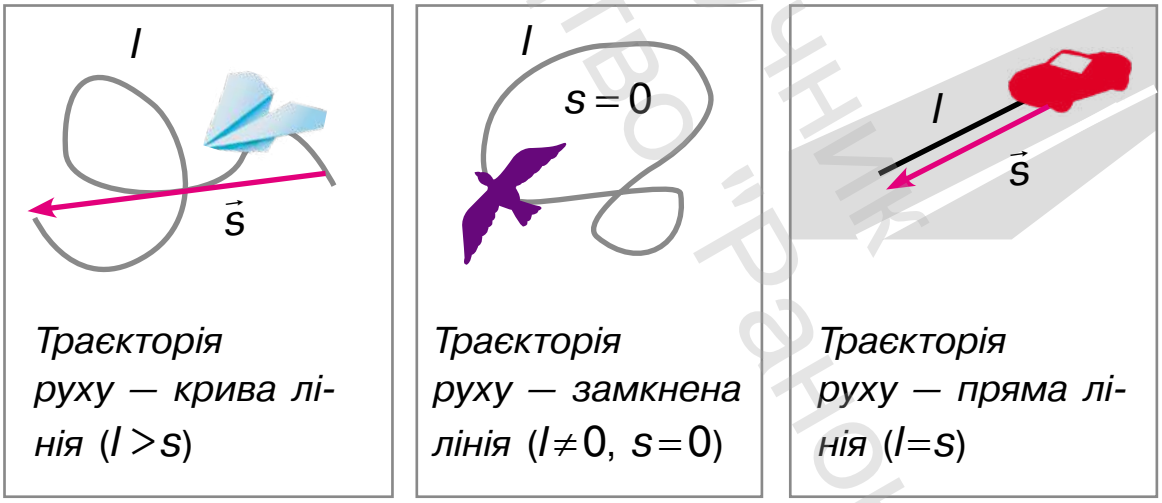


Рис. 7.4. Порівняння шляху l і модуля переміщення s тіла

Видавництво "Ранок"

А як насправді?

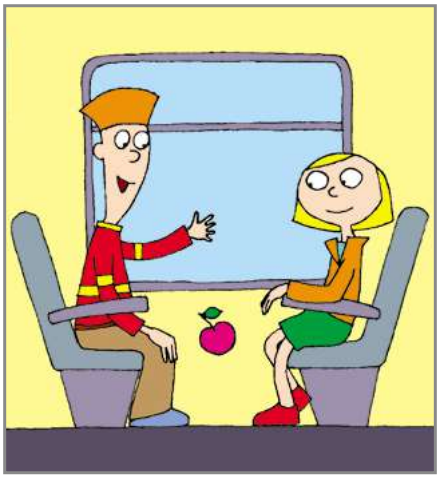
У повідомленні про рух молекул дівчинка стверджувала: «Шлях, який за певний час долає молекула кисню, у кілька разів більший за шлях, який за той самий час долає автомобіль, рухаючись швидкісною трасою. А от переміщення молекули, навпаки, буде меншим у кілька тисяч разів». Чи погодитеся ви з твердженням дівчинки, чи вона щось наплутала?

3. Чому механічний рух є відносним?

Форма траєкторії руху, шлях і переміщення тіла залежать від того, відносно якої системи відліку розглядають рух. Розгляньте рис. 7.5. У хлопчика, який їде в автобусі, упало з рук яблуко.

Для дівчинки поруч *траєкторія руху яблука — короткий відрізок*. Тут система відліку пов'язана із салоном автобуса.

Для людини, що стоїть на узбіччі дороги, *траєкторія руху яблука — крива*, адже весь час, поки яблуко падало, воно «їхало» з автобусом. Система відліку тут пов'язана з дорогою.



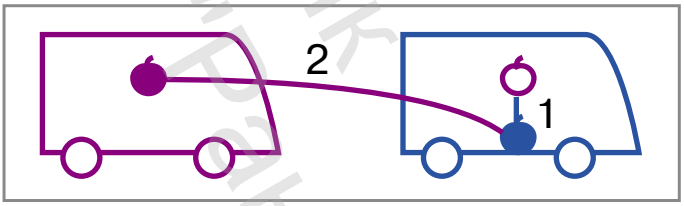
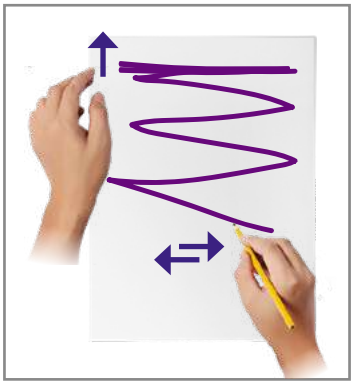


Рис. 7.5. Траєкторія руху яблука для пасажирів автобуса — короткий відрізок (на схемі — *лінія* 1), для людини на узбіччі дороги — *крива* (на схемі — *лінія* 2)

ВИДАВНИЦТВО «РАНОК»

Дослідження



Що знадобиться: аркуш; олівець.

Накресліть угорі аркуша відрізок. Проведіть уздовж накресленого відрізка кілька разів вправо — вліво. Тепер, не перериваючи руху вправо — вліво та не відриваючи олівця, повільно пересувайте аркуш угору, перпендикулярно до руху олівця. Зіставте траєкторії руху, шлях і переміщення грифеля відносно стола та відносно аркуша.

Підбиваємо підсумки

Переміщення — напрямлений відрізок, який з'єднує початкове та кінцеве положення тіла.

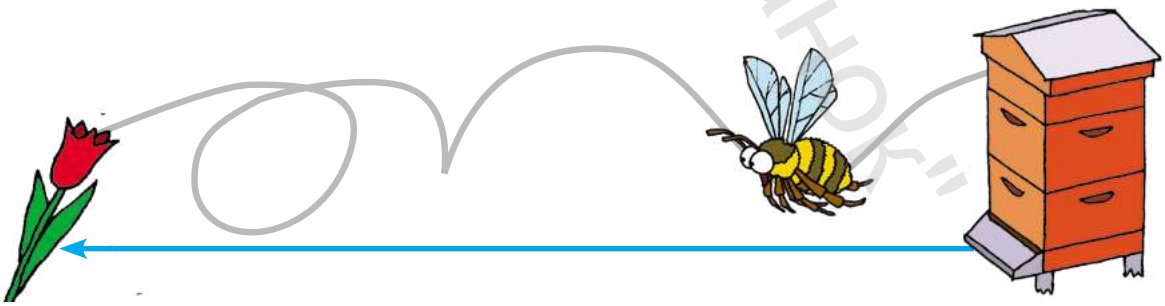
$\vec{s}$ — переміщення, $[s]$ = м;

s — модуль переміщення

Шлях — фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії.

l — шлях, $[l]$ = м

Траєкторія руху — уявна лінія, яку описує в просторі точка, що рухається.



Підручник видавництво "Ранок"

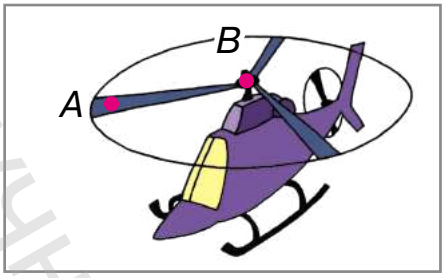
Контрольні запитання

1. Дайте означення траєкторії руху. **2.** Схарактеризуйте шлях і переміщення як фізичні величини. **3.** Чому, знаючи тільки шлях і початок руху тіла, не можна визначити кінцеве положення тіла? **4.** Чи залежать траєкторія руху тіла, шлях і переміщення від вибору системи відліку? Наведіть приклади.

Вправа № 7

1. Футболіст пробіг за матч 10 км. 10 км — це шлях чи модуль переміщення? Яким може бути мінімальне переміщення футболіста за матч?

2. Гелікоптер піднімається вгору (див. рисунок). Зобразіть траєкторію руху точок *A* і *B*: а) відносно пілота; б) відносно землі.



3. Пасажир пройшов вагоном потяга відстань 7,5 м. За цей час вагон проїхав відстань 400 м. Який шлях подолав пасажир відносно потяга та відносно землі, якщо рухався: а) у напрямку руху потяга; б) у протилежному напрямку?

4. Мотоцикліст, рухаючись ареною цирку, проїжджає коло радіуса 13 м за 8 с. Визначте шлях і модуль переміщення мотоцикліста: а) за 4 с руху; б) за 8 с руху.

Видавництво «Ранок»

5. Скориставшись мобільним додатком «Карти Google», побудуйте траєкторію вашого руху від дому до школи для двох випадків: 1) ви пересуваєтеся пішки; 2) ви їдете автомобілем. Дізнайтеся, який шлях ви долаєте, порівняйте переміщення.

Чи знаєте ви, що...

Траєкторії руху різних частин тіла людини під час ходьби є неймовірно різноманітними. Це зумовлено прямоходінням людини та необхідністю дотримуватися балансу. Вивчення таких рухів є складним науковим завданням, яке було вирішено за допомогою суперкомп'ютерів. Практичним наслідком стало створення людиноподібних роботів.

Ключові терміни

Траєкторія руху; шлях; переміщення; відносність руху

Електронний підручник видавництво "Ранок"

rnk.com.ua/106652

§ 8. РІВНОМІРНИЙ РУХ. ШВИДКІСТЬ РУХУ

Під час репортажів з автомобільних перегонів, у прогнозах погоди можна, наприклад, почути: «Швидкість автомобіля перед фінішем сягнула 250 кілометрів за годину»; «Швидкість вітру 25 метрів за секунду». Що це означає? Як порівняти ці швидкості?

1. Який рух є рівномірним?

Коли ви чуєте, що швидкість руху автомобіля 20 метрів за секунду, то розумієте: щосекунди автомобіль долає відстань 20 м.

Поміркуйте, яку відстань подолає цей автомобіль за 10 секунд; за пів секунди; за 0,1 секунди.

Напевно, ви відповіли, що за 10 с — 200 м, за пів секунди — 10 м, за 0,1 с — 2 м. І це дійсно так, якщо вважати, що за будь-які (малі або великі) *рівні інтервали*

часу автомобіль долає однаковий шлях. Тобто якщо рух автомобіля є **рівномірним**.

Рівномірний рух — це механічний рух, під час якого за будь-які рівні інтервали часу тіло долає однаковий шлях.

Зверніть увагу на слова «будь-які рівні інтервали часу». Інколи тіло рухається *нерівномірно*, але можна дібрати такі рівні інтервали часу, за які воно долає однакову відстань. Наприклад, за кожні 30 с плавець пропливає доріжку в басейні (25 м), проте не можна стверджувати, що він рухається рівномірно, бо під час розвороту він сповільнює рух.

Згадайте інші приклади, схожі на наведений. Підказка: гойдалка, подорож.

2. Який рух є рівномірним прямолінійним?

Якщо автомобіль рівномірно рухається прямолінійною ділянкою дороги, то за рівні інтервали часу він здійснює однакові переміщення, тобто долає однаковий шлях і не змінює напрямку свого руху (рис. 8.1). Такий рух називають *рівномірним прямолінійним*.

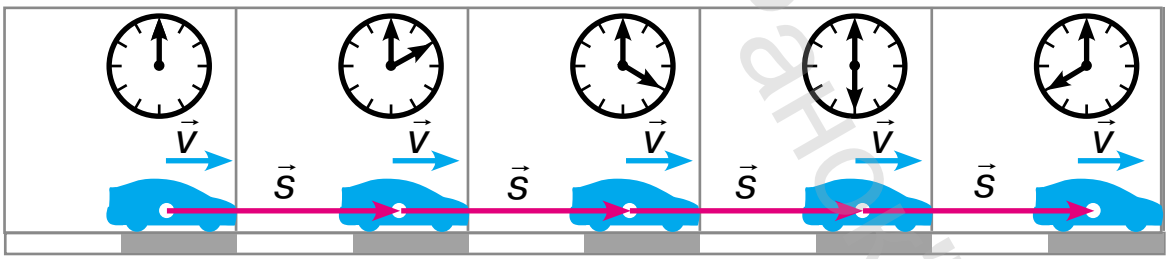


Рис. 8.1. Автомобіль, який рухається рівномірно прямолінійно, за будь-які рівні інтервали часу здійснює однакові переміщення

Підручник Видавництва «Ранок»

Рівномірний прямолінійний рух — це механічний рух, під час якого за будь-які рівні інтервали часу тіло здійснює однакові переміщення.

Рівномірний прямолінійний рух — найпростіший вид руху, який у реальному житті зустрічається досить рідко. Прикладами такого руху можуть бути рух автомобіля на прямолінійній ділянці дороги (без розгону та гальмування), рух комбайна під час жнив.

Дослідження

Що знадобиться: прозора пляшка густої рідини для миття посуду; лінійка; секундомір.

Переверніть пляшку догори дном і назад та спостерігайте за рухом однієї з бульбашок повітря. Знайдіть швидкість її руху. Чи залежить швидкість руху бульбашки від її розмірів?

3. Як виміряти швидкість рівномірного руху?

Швидкість рівномірного руху (v) — це фізична величина, що дорівнює відношенню шляху l, який подолало тіло, до інтервалу часу t, протягом якого цей шлях було подолано:

$$v = \frac{l}{t}$$

Зверніть увагу! У разі рівномірного прямолінійного руху модуль переміщення дорівнює шляху ($s = l$), тому

Видавництво "Підручник "Ранок"

швидкість руху можна визначити за будь-якою з формул: $v = \frac{s}{t}$ або $v = \frac{l}{t}$.

Одиниця шляху в СІ — метр, одиниця часу — секунда, тому *одиниця швидкості руху в СІ* — **метр за секунду:** $[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

1 м/с *дорівнює швидкості такого рівномірного руху, під час якого тіло за* 1 с *долає шлях* 1 м.

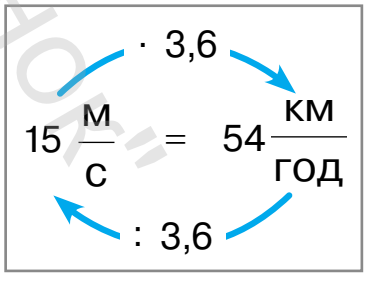
Значення швидкості руху може бути подано в різних одиницях. Для порівняння швидкостей необхідно швидкість руху, надану в одних одиницях, навчитися подавати в інших одиницях. Як це зробити? Наведемо приклад.

Швидкість руху автомобіля — 36 км/год. Щоб подати її в метрах за секунду, згадаємо, що 1 год = 3600 с, а 1 км = 1000 м. Тоді:

$$36\ \frac{\text{км}}{\text{год}} = \frac{36\ \text{км}}{1\ \text{год}} = \frac{36 \cdot 1000\ \text{м}}{3600\ \text{с}} = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Космічна ракета мчить зі швидкістю 8 км/с. Равлик повзе зі швидкістю 18 см/хв. Подайте обидві швидкості в метрах за секунду. У скільки разів вони відрізняються?

Найскладніше подавати в інших одиницях швидкість руху, надану в метрах за секунду, але послідовність дій залишається тією самою. Щоб швидкість руху, подану в метрах за секунду, подати в кілометрах за годину (і навпаки), можна скористатися пропонованою схемою.



$$15\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \underset{:\ 3{,}6}{\overset{\cdot\ 3{,}6}{=}} 54\ \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Підручник Видавництво "Ранок"

Приладом для вимірювання швидкості руху є **спідометр**.

Спідометр, поданий на рисунку, має дві шкали. Дізнайтеся, в яких одиницях їх проградуйовано. Яка з одиниць швидкості є для вас зручнішою? Чи чули ви про спідометр, шкалу якого проградуйовано в метрах за секунду (м/с)? Поміркуйте, чому навіть до цифрового спідометра обов'язково додають шкалу зі стрілкою.

Швидкість руху — векторна величина: вона має не лише значення, а й напрямок. На рисунках напрямок швидкості руху тіла позначають стрілкою. Якщо тіло рухається рівномірно прямолінійно, то значення та напрямок швидкості руху залишаються незмінними (див. рис. 8.1). Якщо тіло рухається криволінійною траєкторією, то значення швидкості руху може залишатися незмінним, а напрямок руху весь час змінюється (рис. 8.2).

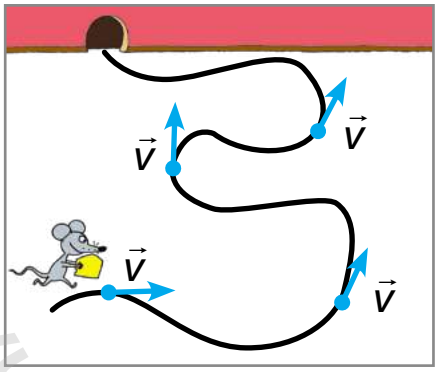
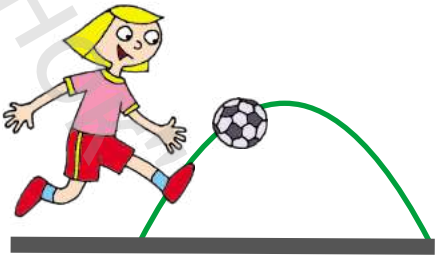


Рис. 8.2. Під час криволінійного руху напрямок швидкості руху весь час змінюється

Перенесіть рисунок у зошит. Позначте напрямок швидкості руху м'яча в кількох точках траєкторії. У якій точці значення швидкості найбільше? найменше?



Електронний варіант
Відкритий доступ

Напрямок і значення швидкості руху залежать від того, відносно якого тіла розглядають рух.

Уявіть, що ви сидите у вагоні потяга, який прямує на захід (див. рис. 8.3). Потяг проїжджає повз станцію зі швидкістю $v_{пот} = 5$ м/с. У цей час інший пасажир іде вагоном зі швидкістю $v_{пас} = 0{,}5$ м/с, рухаючись проти руху потяга.

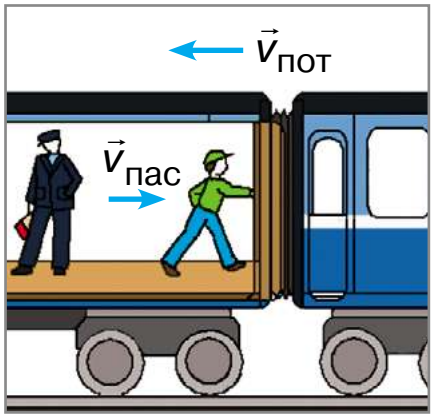


Рис. 8.3. Напрямок і значення швидкості руху залежать від того, де перебуває спостерігач

А чи однаковою буде швидкість руху пасажира для вас і для людей, які стоять на пероні? Звісно, ні! Для вас пасажир рухається на схід зі швидкістю 0,5 м/с, а для людей на пероні він разом із потягом рухається на захід зі швидкістю 4,5 м/с.

Чи знаєте ви, що...

Якщо ви рухаєтеся від джерела звуку зі швидкістю, яка більша за 343 м/с, то не чутимете звуку від цього джерела. Швидкість поширення звуку в повітрі (за температури 20 °С) — 343 м/с, тож звук вас не дожене.

4. Як визначити шлях і час руху тіла?

Якщо відомі швидкість і час руху тіла, то можна знайти шлях, який подолало тіло. Для цього треба швидкість руху помножити на час: $l = v t$.

$$l = v \cdot t$$

$$v = \frac{l}{t}$$

$$t = \frac{l}{v}$$

Підручник Видавництво Ранок

Якщо відомі шлях і швидкість руху тіла, можна знайти час його руху. Для цього треба шлях поділити на швидкість руху: $t = \frac{l}{v}$.

Для зручності можна скористатися «чарівним трикутником» (рис. 8.4).

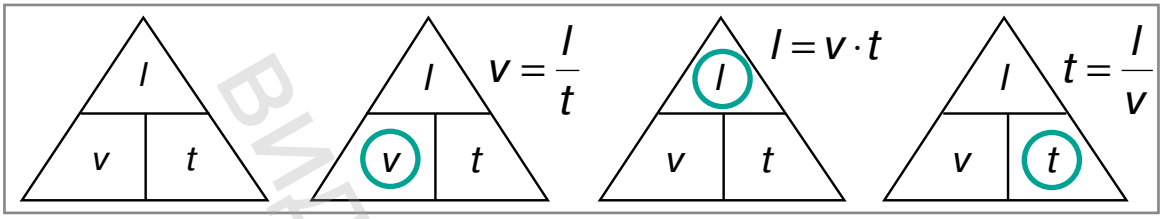
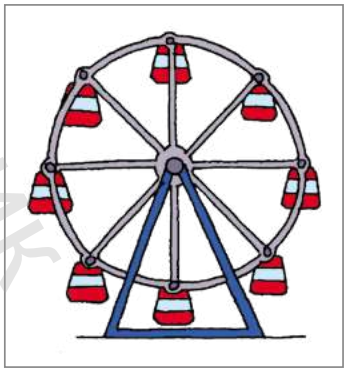


Рис. 8.4. Закривши пальцем символ шуканої величини (позначення шляху, часу або швидкості руху), отримаємо формулу для її визначення

Підручник видавництва «Ранок»

Підбиваємо підсумки



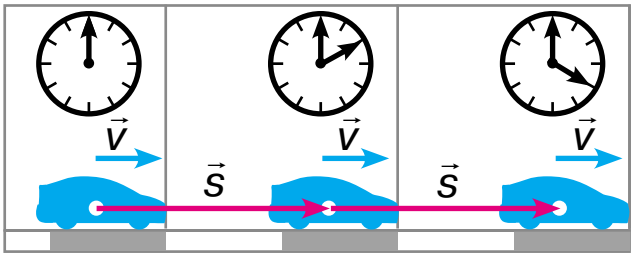
Рівномірний рух — механічний рух, під час якого за будь-які рівні інтервали часу тіло долає однаковий шлях.

- Під час рівномірного руху траєкторія може бути якою завгодно; значення швидкості руху не змінюється.

Швидкість рівномірного руху — фізична величина, що дорівнює відношенню шляху, який подолало тіло, до інтервалу часу, протягом якого цей шлях був подоланий:

$v = \frac{l}{t}$, де v — швидкість руху, l — шлях, t — час руху

Рівномірний прямолінійний рух — механічний рух, під час якого за будь-які рівні інтервали часу тіло здійснює однакове переміщення.



- Під час рівномірного прямолінійного руху траєкторія — пряма; значення швидкості руху не змінюється.

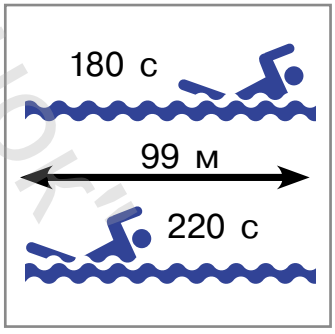
Контрольні запитання

1. Який рух називають рівномірним? рівномірним прямолінійним? Наведіть приклади. **2.** Як знайти швидкість рівномірного руху? **3.** Назвіть одиниці швидкості руху. **4.** Спідометри автомобілів проградуйовані в кілометрах за годину. Як цю швидкість подати в метрах за секунду? **5.** Як визначити шлях, якщо відомі швидкість і час руху тіла? **6.** Як визначити час руху тіла, якщо відомі шлях і швидкість руху тіла?

Вправа № 8

1. Стадо антилоп рухається зі швидкістю 36 км/год. Який шлях подолає стадо за 5 хв?

2. Вважаючи рух плавців рівномірним (див. рисунок), визначте швидкість руху кожного з них.



3. Визначте, яка швидкість руху більша: 16 м/с чи 54 км/год.

Видавництво "Ранок"

4. Подайте в метрах за секунду: 18 км/год; 108 км/хв; 72 см/хв.

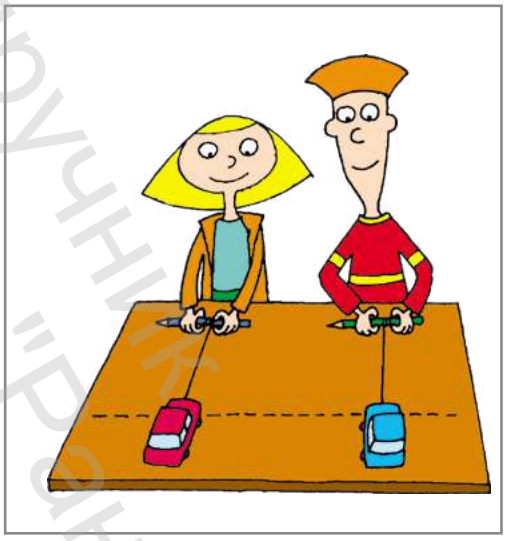
5. Подайте в кілометрах за годину: 2 м/с; 30 км/хв; 20 см/с.

6. Одиниця довжини *світловий рік* дорівнює відстані, яку долає світло у вакуумі за рік. Подайте цю відстань у кілометрах, вважаючи, що швидкість поширення світла у вакуумі 300 000 км/с.

7. Підготуйте презентацію про швидкість руху в живій природі або про швидкість руху сучасних транспортних засобів.

Експериментальне завдання

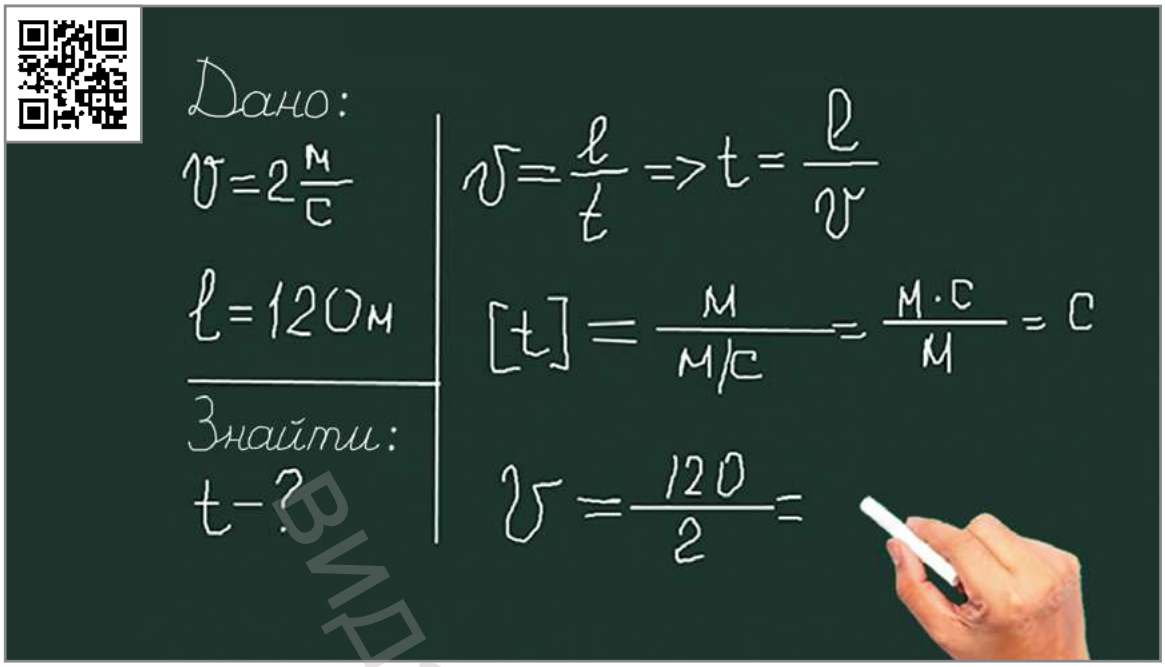
Влаштуйте з друзями «автомобільні перегони». Для цього до кожного іграшкового автомобіля прив'яжіть нитку. Другий кінець нитки закріпіть на олівці. Рухайте автомобілі, обертаючи олівці. Хто найшвидше пройде трасу? Якою є швидкість руху кожного автомобіля? Подайте результати у вигляді таблиці змагань.



Ключові терміни

Рівномірний рух; рівномірний прямолінійний рух; швидкість руху; спідометр; відносність швидкості руху

Видавництво "Ранок"



§ 9. УЧИМОСЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗАДАЧІ

Можливо, ви здивуєтесь, але в повсякденному житті ви вже зустрічалися з фізичними задачами і навіть розв'язували їх! Наведемо приклади фізичних задач, прокоментуємо основні етапи їх розв'язання, і надалі ви розв'язуватимете такі задачі як справжні фізики.

1-й ЕТАП. Аналіз фізичної проблеми

1. Читаємо умову задачі, з'ясовуємо, яка фізична ситуація розглядається, про які фізичні величини йдеться.
2. Визначаємо, в яких одиницях будемо розв'язувати задачу. Зазвичай задачі розв'язують в одиницях СІ.
3. Якщо необхідно, виконуємо пояснювальний рисунок. Часто рисунок допомагає краще розібратися в задачі.

Підручник видавництва «Ранок»

4. Записуємо коротку умову задачі. Під словом «Дано» записуємо символи наданих в умові фізичних величин та їхні значення в обраних одиницях. Під словом «Знайти» записуємо символи фізичних величин, які треба знайти в задачі.

2-й ЕТАП. Пошук математичної моделі

1. У фізиці будь-якому розрахунку передує запис формули, тому поряд з умовою задачі записуємо рівняння, що пов'язують фізичні величини, які характеризують наявне в задачі фізичне явище або фізичне тіло.

2. Ураховуємо конкретні умови фізичної ситуації, описаної в задачі, шукаємо додаткові параметри.

3-й ЕТАП. Розв'язання. Аналіз одержаних результатів

1. Розв'язуємо рівняння відносно невідомої величини.

2. Перевіряємо одиниці шуканої величини. Для цього в отриману формулу підставляємо лише одиниці, без числових значень. Якщо отримано зовсім іншу одиницю, шукаємо помилку.

3. Виконуємо необхідні обчислення й аналізуємо результат, насамперед — на рівні здорового глузду (наприклад, шлях від школи додому навряд чи триватиме добу або 1 с).

4-й ЕТАП. Запис відповіді

Підручник "Видавництво"

■ **Задача 1.** Уявіть, що відстань від дому до школи 900 м, а до початку уроків 10 хв. Чи встигнете ви вчасно, якщо підете зі швидкістю 3,6 км/год? З якою швидкістю ви маєте рухатися, щоб не запізнитися? ■

Аналіз фізичної проблеми. У задачі треба знайти: 1) час t_1 руху до школи із зазначеною швидкістю v_1; 2) швидкість v_2, з якою слід рухатися, щоб витратити на шлях не більш ніж 10 хв ($t_2 = 10$ хв).

Вважатимемо рух рівномірним.

Запишемо коротку умову задачі; час і значення швидкості руху подамо в одиницях СІ.

Дано:

$l = 900$ м

$v_1 = 3{,}6 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$t_2 = 10$ хв $= 600$ с

Знайти:

t_1 — ?

v_2 — ?

Пошук математичної моделі. Запишемо формулу для розрахунку швидкості рівномірного руху:

$$v = \frac{l}{t}.$$

Розв'язання. Знайдемо вирази для розрахунку шуканих величин t_1 і v_2:

$$v_1 = \frac{l}{t_1}, \text{ тому } t_1 = \frac{l}{v_1};\ v_2 = \frac{l}{t_2}.$$

Підручник "Ранок" Видавництво

Перевіримо одиниці: $[t_1] = \text{м} : \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{м}} = \text{с}$; $[v_2] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Знайдемо значення:

$$t_1 = \frac{900}{1} = 900\ (\text{с}); \quad t_1 = 15\ \text{хв};$$

$$v_2 = \frac{900}{600} = 1{,}5\ \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right); \ v_2 = 5{,}4\ \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Зверніть увагу! У вираз для шуканої величини можна відразу підставляти й числові значення, й одиниці. Тоді записуємо так:

$$t_1 = \frac{900\ \text{м}}{1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{900\ \text{м} \cdot \text{с}}{1\ \text{м}} = 900\ \text{с} = 15\ \text{хв};$$

$$v_2 = \frac{900\ \text{м}}{600\ \text{с}} = 1{,}5\ \frac{\text{м}}{\text{с}} = 5{,}4\ \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Аналіз результатів. $t_1 > t_2$, тому, рухаючись зі швидкістю $v_1 = 3{,}6\ \frac{\text{км}}{\text{год}}$, ви не встигнете до початку уроків. Щоб не спізнитися, треба рухатися швидше. Саме таке значення отримано в ході розв'язання.

Відповідь: $t_1 = 15\ \text{хв}$; $v_2 = 5{,}4\ \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

Чи знаєте ви, що...

Ви ніколи не будете знати, розуміти та любити фізику, якщо не розв'язуватимете задачі. Ось що про це пише вчена із США Сусанна Казарян: «Якщо у вас є крила, це не означає, що ви можете літати. Потрібно ще й вчитися літати. Розв'язання задач у фізиці — це як вчитися літати: махати крилами, керувати польотом, орієнтуватися та вдосконалювати свій політ». Поміркуйте над цим висловом.

Підручник видавництва «Ранок»

Задача 2. Водосховищем назустріч один одному рухаються два катери. Початкова відстань між катерами — 1500 м. Швидкість руху першого катера дорівнює 36 $\frac{\text{км}}{\text{год}}$, другого — 54 $\frac{\text{км}}{\text{год}}$. Через який час катери зустрінуться? Яку відстань подолає до зустрічі перший катер?

Аналіз фізичної проблеми. Катери рухаються назустріч один одному. Це означає, що вони наближаються один до одного зі швидкістю $v = v_1 + v_2$ і з цією швидкістю долають відстань $l = 1500$ км.

Задачу розв'язуватимемо в одиницях СІ.

Дано:

$v_1 = 36\ \frac{\text{км}}{\text{год}} = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_2 = 54\ \frac{\text{км}}{\text{год}} = 15\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$l = 1500$ м

Знайти:

t — ?

l_1 — ?

Пошук математичної моделі, розв'язання.

$v = \frac{l}{t} \Rightarrow t = \frac{l}{v};\ v = v_1 + v_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow t = \frac{l}{v_1 + v_2}$.

Знаючи час t і швидкість руху v_1, визначимо шлях l_1, який подолає перший катер до зустрічі:

$l_1 = v_1 \cdot t$.

$$[t] = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}\cdot\text{с}}{\text{м}} = \text{с};\ [l_1] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}\cdot\text{с}}{\text{с}} = \text{м}.$$

$$t = \frac{1500}{10+15} = \frac{1500}{25} = 60\ \text{(с)};\ l_1 = 10 \cdot 60 = 600\ \text{(м)}.$$

Підручник "Видавництво Ранок"

Аналіз результатів. Перший катер рухається повільніше, ніж другий, тому до моменту зустрічі він подолає менший шлях. Такий результат й отримано: $l_1 = 600$ м, а l_2 відповідно 1500 м – 600 м = 900 м. Отже, результати є реальними.

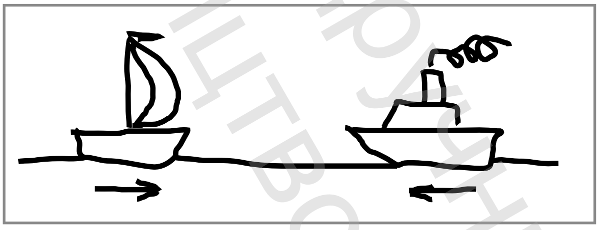
Відповідь: $t = 60$ с; $l_1 = 600$ м.

Підбиваємо підсумки

Алгоритм розв’язування задач із фізики

Уважно читаємо → Уявляємо фізичну ситуацію → Рисуємо, якщо треба → Записуємо коротку умову → Згадуємо відповідні формули → Подаємо формулу для знаходження невідомої величини → Перевіряємо одиниці → Робимо розрахунки → Аналізуємо.

Весь час думаємо!



Видавництво "Підручник "Ранок"

Вправа № 9

1. Судно йде рівномірно зі швидкістю 7,5 м/с. Який шлях подолає судно за 2 год?

2. Хлопчик, рухаючись із незмінною швидкістю, подолав відстань від свого будинку до шкільного стадіону за 1,5 хв. На зворотний шлях він витратив 70 с. Куди хлопчик рухався швидше — до стадіону чи додому? У скільки разів швидше?

3. Автонавантажувач рухається рівномірно вздовж ряду контейнерів. Контейнери, завдовжки 12 м кожний, стоять упритул один до одного. З якою швидкістю рухається автонавантажувач, якщо повз 5 контейнерів він проїжджає за 1 хв?

4. Під час змагань перший учень біг 2 хв зі швидкістю 12 км/год, другий подолав 1 км за 6 хв, третій пробіг 500 м зі швидкістю 12,5 км/год. Хто з учнів рухався найшвидше? подолав найбільшу відстань? біг довше за всіх?

5. Потяг їде зі швидкістю 20 м/с, а назустріч йому по сусідній колії рухається другий потяг — зі швидкістю 36 км/год. Скільки часу потяги будуть проїжджати один повз одного, якщо довжина першого потяга — 900 м, а другого — 600 м?

6. Кореспондент, який брав інтерв'ю в команди швидкісного вітрильника «L'Hydroptere», написав, що під час змагань вітрильник супроводжували дельфіни, які не відставали, навіть якщо той рухався зі швидкістю 55 вузлів. Чи могло таке бути?

Ключові терміни

Аналіз фізичної проблеми; коротка умова задачі; пошук математичної моделі; перевірка одиниць; аналіз результатів

Видавництво "Ранок"

§ 10. ГРАФІКИ РІВНОМІРНОГО РУХУ

Спортсмен, велосипед якого має спідометр, рухається по трасі. Швидкість руху, яку показує спідометр у будь-який момент часу, дорівнює 5 м/с. Як описати рух цього спортсмена та взагалі будь-якого тіла за допомогою графіків?

1. Як побудувати графік залежності шляху від часу для рівномірного руху тіла?

Розгляньте рис. 10.1. Побудуємо *графік залежності шляху*, який долає велосипедист, *від часу спостереження — графік шляху*.

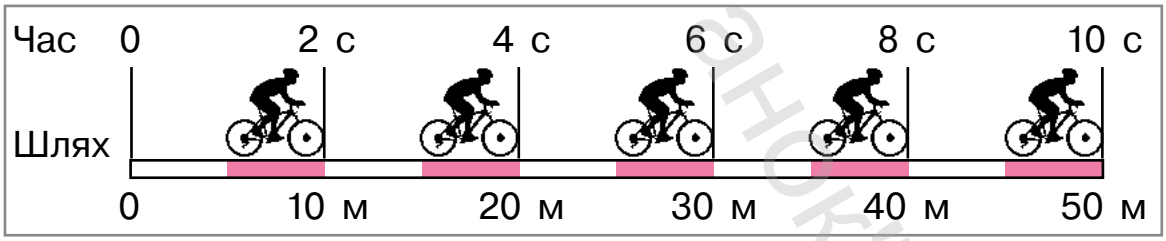


Рис. 10.1. Велосипедист рухається рівномірно прямолінійно: за будь-які рівні інтервали часу він долає однаковий шлях

Підручник видавництва "Ранок"

Для цього виконаємо такі дії.

1. Заповнимо таблицю відповідних значень часу t руху спортсмена та шляху l, який він долає за цей час.

У момент початку спостереження $(t = 0)$ шлях теж дорівнює нулю $(l = 0)$. За час $t = 2$ с велосипедист долає відстань 10 м. Міркуючи аналогічно, отримаємо:

t, с	0	2	4	6	8	10
l, м	0	10	20	30	40	50

2. Проведемо дві взаємно перпендикулярні осі. На горизонтальній — *осі абсцис* — відкладемо час руху велосипедиста в секундах; на вертикальній — *осі ординат* — шлях у метрах (рис. 10.2, *а*).

3. Побудуємо точки з координатами: (0; 0), (2; 10), (4; 20), (6; 30), (8; 40), (10; 50). Абсциси точок відповідають часу руху, ординати — шляху, який подолано за цей час (рис. 10.2, *б*).

4. З'єднаємо побудовані точки лінією (рис. 10.2, *в*). Отриманий відрізок — *графік шляху* велосипедиста.

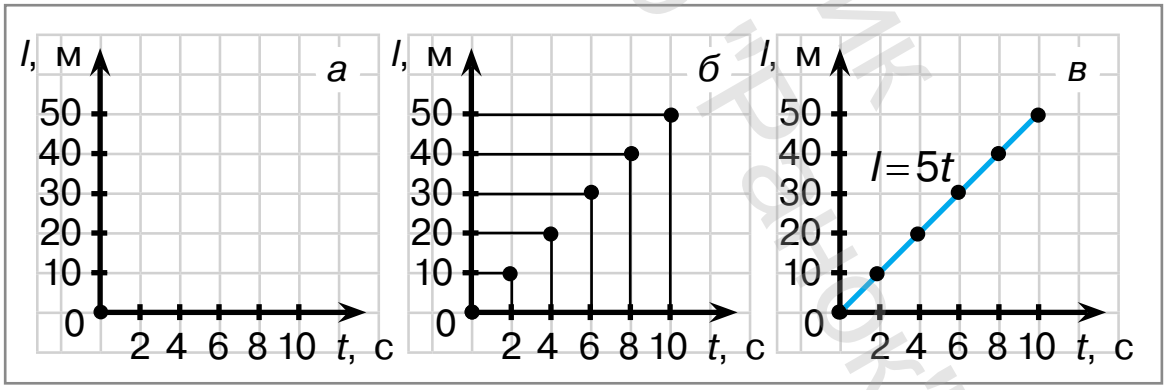


Рис. 10.2. Побудова графіка шляху велосипедиста, який рухається рівномірно зі швидкістю 5 м/с

ВИДАВНИЦТВО ПІДРУЧНИК ПРОФІ

Зверніть увагу! Велосипедист рухається рівномірно, тому шлях, який він долає, можна визначити за формулою $l = vt$.

У будь-який момент $v = 5$ м/с, тому можна записати: $l = 5t$ (м), де час t задано в секундах. Рівність $l = 5t$ — *рівняння залежності шляху від часу спостереження (рівняння шляху).*

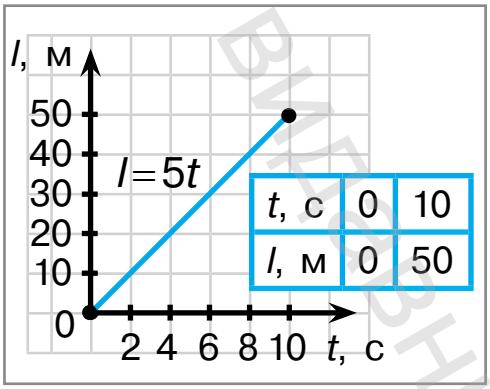
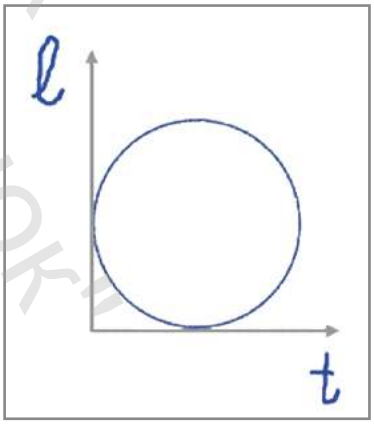


Рис. 10.3. Графік шляху тіла, яке рухається рівномірно зі швидкістю 5 м/с

У разі рівномірного руху графік шляху — це завжди відрізок прямої, нахиленої під певним кутом до осі часу. Тому для побудови графіка шляху достатньо знайти шлях l для двох значень часу t і через одержані дві точки провести відрізок. Наприклад, будуючи графік шляху велосипедиста, можна взяти час початку спостереження $(t = 0)$ і час закінчення спостереження ($t = 10$ с) (рис. 10.3).

А як насправді?

П'ятикласниця Ірина стверджує, що вона знає математику й фізику краще за будь-якого семикласника. Щоб це довести, дівчинка після катання на каруселі намалювала «графік шляху», який вона подолала (див. рисунок). Спростуйте або підтвердьте думку Ірини.



ВИДАВНИЦТВО «РАНОК»

2. Про що можна дізнатися за графіком шляху?

Графік шляху дає багато корисної інформації. За графіком шляху можна:

1) дізнатися про характер руху тіла;

2) визначити шлях, який долає тіло за певний інтервал часу;

3) визначити швидкість руху тіла;

4) порівняти швидкості руху тіл: *чим більша швидкість руху тіла, тим більший кут між графіком шляху та віссю часу* (рис. 10.4).

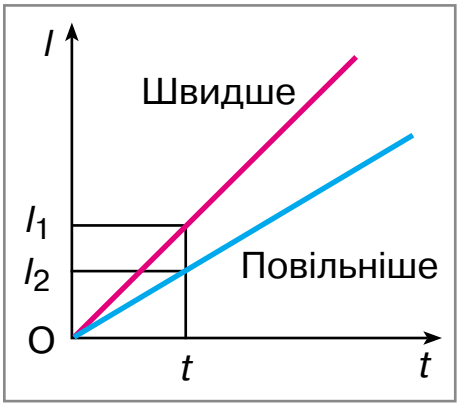


Рис. 10.4. За той самий час тіло, яке має більшу швидкість руху, долає більший шлях $(l_1 > l_2)$

Розглянемо приклад.

■ **Задача.** За графіком шляху, який подолало тіло за 4 години (рис. 10.5), дізнайтеся: 1) як рухалося тіло; 2) який шлях подолало тіло за першу годину; за наступні дві години; 3) якою була швидкість руху тіла на кожній ділянці. ■

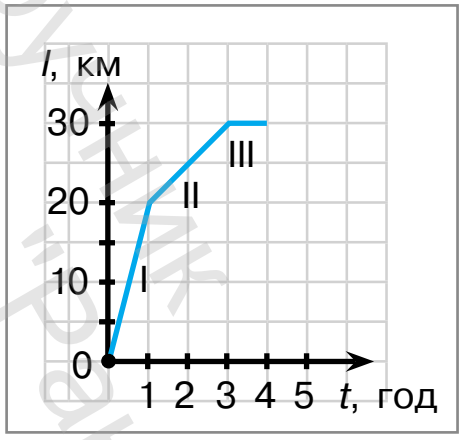


Рис. 10.5. Графік залежності шляху від часу для тіла, рух якого описано в задачі, поданій у § 10

Підручник видавництва «Ранок»

Розв'язання

З графіка бачимо, що весь шлях складається з трьох ділянок, на кожній з яких тіло рухалось рівномірно (графік шляху — три відрізки).

Ділянка I. За графіком шлях, який подолало тіло за першу годину, дорівнює 20 км, тому швидкість руху тіла:

$$v_{\text{I}} = \frac{l_{\text{I}}}{t_{\text{I}}} = \frac{20\ \text{км}}{1\ \text{год}} = 20\ \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Ділянка II. За наступні 2 год тіло подолало шлях $l_{\text{II}} = 30\ \text{км} - 20\ \text{км} = 10\ \text{км}$. Відповідно швидкість руху тіла дорівнювала:

$$v_{\text{II}} = \frac{l_{\text{II}}}{t_{\text{II}}} = \frac{10\ \text{км}}{2\ \text{год}} = 5\ \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Ділянка III. Останню годину шлях не змінювався, отже, тіло не рухалося: $l_{\text{III}} = 30\ \text{км} - 30\ \text{км} = 0\ \text{км}$; $v = 0$.

Аналіз результатів. З графіка бачимо, що ділянка I утворює з віссю часу більший кут, ніж ділянка II. Тому ділянка I відповідає більшій швидкості руху тіла. Результат є цілком реальним.

3. Як побудувати графік швидкості рівномірного руху тіла?

Повернемося до велосипедиста, який рухається рівномірно зі швидкістю $v = 5$ м/с (див. рис. 10.1). Побудуємо *графік залежності швидкості руху спортсмена від часу спостереження — графік швидкості руху*.

Для побудови графіка виконаємо такі дії.

Підручник видавництва "Ранок"

1. Заповнимо таблицю відповідних моментів часу *t* руху спортсмена та швидкості руху *v*, яку він мав у ці моменти часу:

t, с	0	2	4	6	8	10
v, м/с	5	5	5	5	5	5

Спортсмен рухався рівномірно, тому швидкість його руху залишалася незмінною.

2. На осі абсцис відкладемо час руху в секундах, на осі ординат — швидкість руху в метрах за секунду (рис. 10.6).

3. Побудуємо точки, які мають координати (0; 5), (2; 5), (4; 5), (6; 5), (8; 5), (10; 5). Абсциси цих точок відповідають часу руху спортсмена, ординати — швидкості його руху.

4. З'єднаємо точки лінією. Отриманий відрізок — *графік швидкості руху* велосипедиста.

У разі рівномірного руху графік швидкості руху тіла — відрізок на прямій, яка паралельна осі часу.

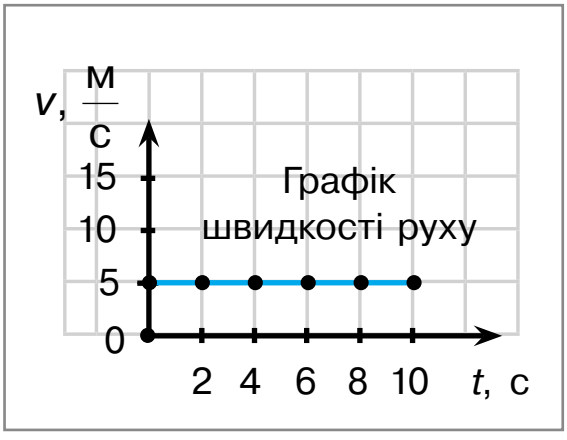
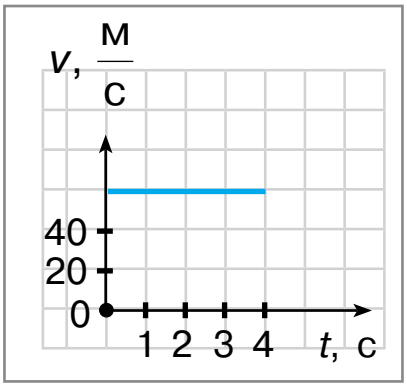


Рис. 10.6. Графік швидкості руху велосипедиста, що рухається рівномірно — з незмінною швидкістю $v = 5$ м/с. Час спостереження $t = 10$ с

Підручник видавництва "Ранок"

Розгляньте графік швидкості руху деякого тіла, за яким спостерігали протягом 4 с.

- Як рухалося тіло?
- Якою була швидкість руху тіла?
- Яке тіло, на вашу думку, може рухатися з такою швидкістю?
- Чи можемо дізнатися, який шлях подолало тіло за 4 с?



Дослідження

Що знадобиться: мобільний телефон із додатком «Лічильник кроків» або «Спідометр».

Запустіть додаток і, намагаючись рухатися рівномірно, пройдіть відстань, що становить не менше ніж 20 м (не обов'язково прямолінійно). Скориставшись отриманими даними, побудуйте графіки залежності шляху та швидкості свого руху від часу спостереження.

4. Про що можна дізнатися за графіком швидкості руху тіла?

Розглянемо графік швидкості руху деякого тіла (рис. 10.7, *а*) і дізнаємося про рух цього тіла якнайбільше.

1. Протягом інтервалів часу від 0 до 5 с і від 5 до 15 с тіло рухалося рівномірно, оскільки графік швидкості руху — відрізки прямих, які паралельні осі часу.

2. Швидкість руху тіла протягом останніх 10 с спостереження більша, ніж протягом перших 5 с, оскільки друга ділянка графіка розташована далі від осі часу, ніж перша ділянка (рис. 10.7, *б*).

Видавництво «Ранок»

У цьому випадку:

$v_1 = 3\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$ — на інтервалі часу від 0 до 5 с;

$v_2 = 9\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$ — на інтервалі часу від 5 до 15 с.

3. Можна визначити шлях l, який подолало тіло. Наприклад, за інтервал часу від 5 до 15 с (див. рис. 10.7, *в*) тіло подолало шлях 90 м:

$$l_2 = v_2 t_2 = 9\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot (15\ \text{с} - 5\ \text{с}) = 90\ \text{м}.$$

Цей шлях *чисельно* дорівнює площі заштрихованого прямокутника (рис. 10.7, *в*):

$$S = a \cdot b = 10 \cdot 9 = 90;\ l = 90\ \text{м}.$$

Зверніть увагу! Для будь-якого руху числове значення шляху, подоланого тілом, дорівнює числовому значенню площі фігури під графіком швидкості руху цього тіла (рис. 10.8).

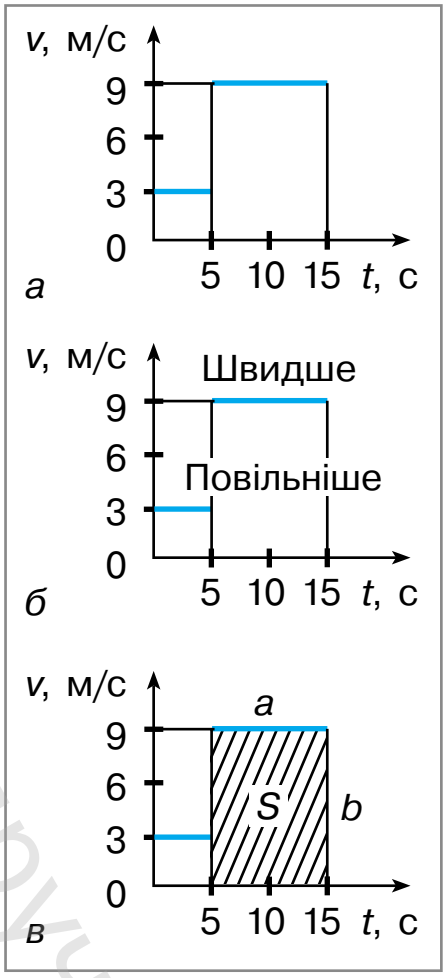


Рис. 10.7. Дослідження графіка швидкості руху деякого тіла

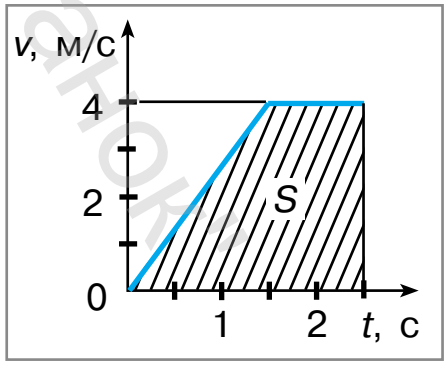


Рис. 10.8. Шлях чисельно дорівнює площі фігури під графіком залежності швидкості руху від часу

Підручник
видавництва «Ранок»

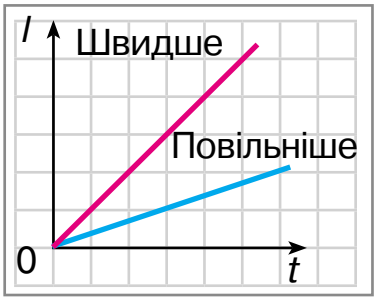
Чи знаєте ви, що...

Поняття «графік» уперше з'явилося в науці в XVII ст. завдяки французькому філософу та математику *Рене Декарту*. Сьогодні жодне наукове дослідження, жоден технічний проєкт не обходяться без графіків. За допомогою графіків демонструють і зміну температури повітря, і зростання цін на біржі, і багато іншого. Поміркуйте, чому графіки є такими популярними.

Підбиваємо підсумки

Графіки руху — це графіки залежності кінематичних величин (шляху, швидкості, переміщення, координати) від часу.

Графік шляху (*для рівномірного руху тіла*) — відрізок прямої, нахиленої до осі часу.



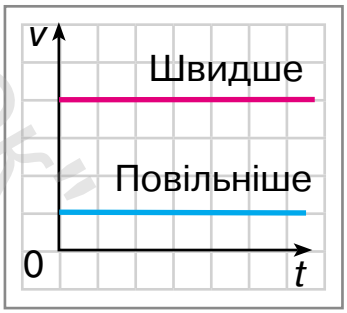
За графіком шляху можна:

- ✓ дізнатися, як рухалося тіло;
- ✓ знайти шлях, який долало тіло за певний інтервал часу;
- ✓ визначити й порівняти швидкості руху тіл.

Графік швидкості руху (*для рівномірного руху тіла*) — відрізок прямої, паралельної осі часу.

За графіком швидкості можна:

- ✓ дізнатися, як рухалося тіло;
- ✓ визначити й порівняти швидкості руху тіл;
- ✓ знайти шлях, який долало тіло за певний інтервал часу.



Друкований примірник
Видавництво «Ранок»

Контрольні запитання

1. Який вигляд має графік шляху в разі рівномірного руху? **2.** Як за графіками шляхів двох тіл порівняти їхні швидкості руху? **3.** Який вигляд має графік швидкості рівномірного руху тіла? **4.** Як за графіками швидкостей руху двох тіл порівняти їхні швидкості руху? **5.** Як за графіком швидкості руху тіла визначити шлях, подоланий цим тілом?

Вправа № 10

1. Ягуар, наздоганяючи здобич, може короткий час рухатися зі швидкістю 25 м/с. Побудуйте графік такої швидкості руху ягуара за 5 с спостереження. Покажіть на графіку та визначте шлях, який долає ягуар за цей час.

2. На рис. 1 зображено графіки шляхів для пішохода, велосипедиста й трактора, які рухаються рівномірно зі швидкостями 4, 12 і 24 км/год відповідно. Який графік якому тілу відповідає? Побудуйте графіки швидкостей руху зазначених тіл.

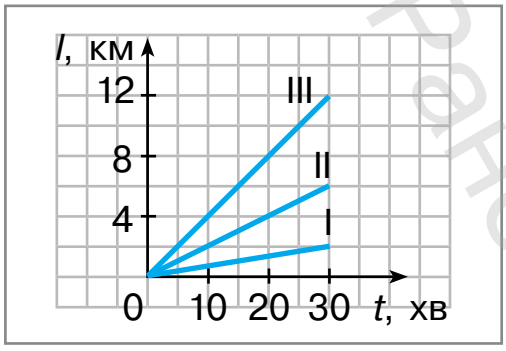


Рис. 1

Видавництво "Ранок"

3. Розгляньте графік швидкості руху тіла (рис. 2) і дізнайтесь: а) як рухалося тіло; б) швидкість руху тіла на кожній ділянці; в) шлях, який подолало тіло. Побудуйте графік шляху цього тіла.

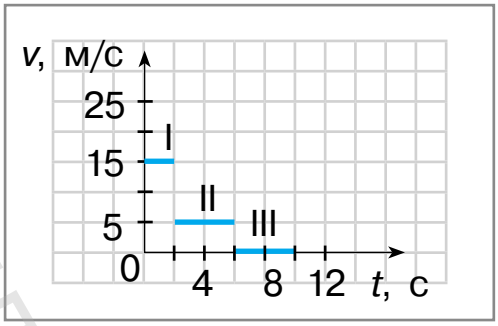


Рис. 2

4. Придумайте графічну задачу на рух із життя ваших улюблених героїв мультфільмів, розв'яжіть її та оформте на окремому аркуші.

5. Із рівняння $v = \frac{l_1 + l_2}{t}$ знайдіть: а) v, якщо $l_1 = 15$ м, $l_2 = 20$ м, $t = 10$ с; б) t, якщо $l_1 = 1$ км, $l_2 = 9$ км, $v = 4$ км/год; в) l_1, якщо $l_2 = 100$ м, $t = 5$ хв, $v = 25$ м/хв.

Ключові терміни

Графіки рівномірного руху; графік шляху; графік швидкості руху; рівняння шляху

Підручник видавництва "Ранок"

§ 11. НЕРІВНОМІРНИЙ РУХ. СЕРЕДНЯ ШВИДКІСТЬ РУХУ

Напевно, вам траплялося їхати автобусом або потягом від одного міста до іншого. Згадайте: транспортний засіб час від часу гальмує, зупиняється, потім знову набирає швидкість... Стрілка спідометра весь час коливається і тільки іноді завмирає. Чи можна назвати такий рух рівномірним? Звісно, ні. А як називають такий рух? Як його описати? Дізнаємось із цього параграфа.

1. Який рух є нерівномірним?

У повсякденному житті ми зазвичай маємо справу з *нерівномірним рухом*. Наприклад, нерівномірним є рух автобуса (рис. 11.1) та інших транспортних засобів,

Рис. 11.1. Автобус рухається нерівномірно, час від часу гальмуючи, зупиняючись і знову розганяючись

Підручник видавництва

рух тіл, що падають, рух спортсменів на біговій доріжці. А ще згадайте, як котиться м'яч, як ви рухаєтесь під час прогулянки, на уроках фізкультури тощо.

Нерівномірний рух — це рух, під час якого тіло за рівні інтервали часу долає різний шлях.

Зверніть увагу! Під час нерівномірного руху значення швидкості руху тіла із часом змінюється.

Спробуйте навести приклади нерівномірного руху.

Тепер можемо класифікувати види механічного руху (див. таблицю):

- *за формою траєкторії* — прямолінійний, криволінійний;
- *за характером руху тіла* — рівномірний, нерівномірний.

Види механічного руху			
за формою траєкторії		за характером руху тіла	
прямолінійний	криволінійний	рівномірний	нерівномірний
Траєкторія руху — пряма лінія	Траєкторія руху — крива лінія	Значення швидкості руху тіла не змінюється із часом	Значення швидкості руху тіла змінюється із часом

Підручник "Видавництво Ранок"

Запишіть у зошиті декілька словосполучень, що описують рухи, які ви робите вранці. Схарактеризуйте ці рухи. Які вони: прямолінійні чи криволінійні, рівномірні чи нерівномірні? Відносно яких тіл ви розглядаєте ці рухи (яке тіло обираєте за тіло відліку)? Наприклад: «розплющила очі — нерівномірний прямолінійний рух відносно голови» або «поплентався до ванної кімнати — криволінійний та майже рівномірний рух відносно ліжка».

2. Як визначити середню швидкість руху тіла?

Припустимо, що потяг пройшов 150 км (відстань між двома станціями) за 2,5 год. Якщо поділити 150 км на 2,5 год, отримаємо швидкість руху потяга — 60 км/год. Але ж потяг рухався нерівномірно! У такому разі говорять, що отримано *середню швидкість руху* потяга (рис. 11.2).

Середня швидкість $v_{сер}$ руху тіла — це фізична величина, що дорівнює відношенню всього шляху l, який подолало тіло, до інтервалу часу t, за який цей шлях подолано:

$$v_{сер} = \frac{l}{t}$$

Зверніть увагу! У цьому випадку t — це сума часу руху тіла та часу, витраченого на можливі зупинки під час цього руху.

Рис. 11.2. Середня швидкість руху потяга — відношення відстані між початковою і кінцевою станціями до всього часу руху

Видавництво «Ранок»

Дослідження

Що знадобиться: мобільний телефон із додатком «Карти Google».

Виходячи зі школи, прокладіть у додатку маршрут, яким ви будете рухатися додому (це може бути: пішки + автобус, пішки + автомобіль, тільки пішки тощо). Дізнайтеся, яку відстань вам потрібно подолати, та виміряйте час, який ви на це витратите. Визначте середню швидкість вашого руху за отриманими даними. Чи можете ви за цими даними встановити характер і швидкість вашого руху в кожний момент часу?

3. Що можна дізнатися з графіка швидкості нерівномірного руху тіла?

Розглянемо графік швидкості нерівномірного руху деякого тіла (рис. 11.3). За графіком з'ясуємо: як рухалося тіло, який шлях подолало за 25 с, якою була середня швидкість руху тіла на цьому шляху.

За графіком бачимо, що швидкість руху тіла протягом перших 15 с рівномірно збільшувалася від 0 до 20 м/с.

Для визначення шляху l_1, який подолало тіло за перші 15 с, згадаємо, що числове значення шляху, який подолало

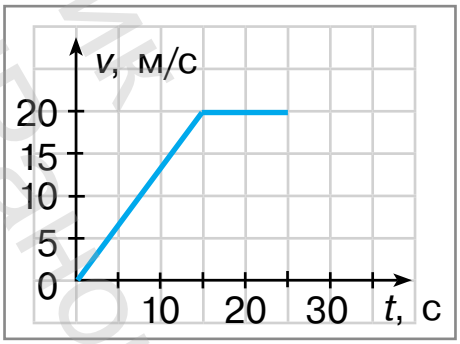


Рис. 11.3. Графік швидкості деякого тіла, що рухається нерівномірно

ВИТЯГ З ПІДРУЧНИКА

тіло, дорівнює числовому значенню площі фігури під графіком швидкості руху тіла. Отже, визначимо площу заштрихованого трикутника (рис. 11.4).

З рисунка бачимо, що площа заштрихованого трикутника становить половину площі прямокутника з «довжиною» 20 м/с і «шириною» 15 с. Площа прямокутника дорівнює добутку його довжини та ширини.

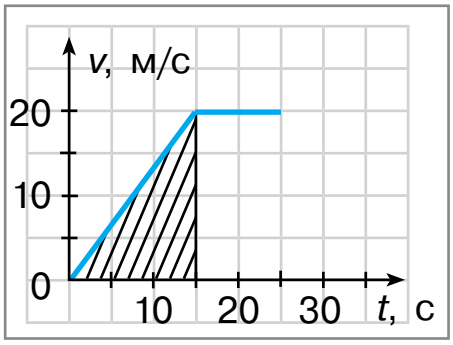


Рис. 11.4. Шлях, який подолало тіло за перші 15 с спостереження, чисельно дорівнює площі заштрихованого трикутника

Таким чином, шлях l_1, пройдений тілом за 15 с, становить:

$$l_1 = \frac{1}{2}\left(20\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 15\ \text{с}\right) = \frac{300\ \text{м}}{2} = 150\ \text{м}.$$

Наступні 10 с тіло рухалось рівномірно зі швидкістю 20 м/с, тому шлях l_2, подоланий тілом за цей час, становить:

$$l_2 = v \cdot t = 20\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 10\ \text{с} = 200\ \text{м}.$$

Отже, загальний шлях l, поданий тілом за 25 с спостереження, становить (рис. 11.5):

$$l = 150\ \text{м} + 200\ \text{м} = 350\ \text{м}.$$

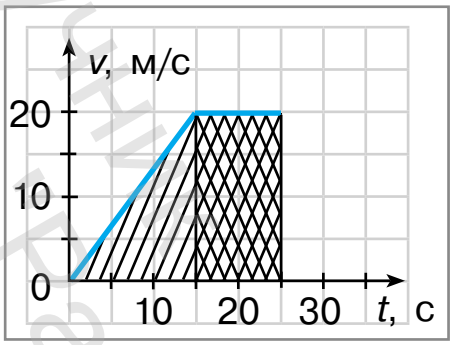


Рис. 11.5. Шлях, який подолало тіло за 25 с спостереження, чисельно дорівнює сумі площі трикутника та площі прямокутника

Знаючи весь шлях l і весь час t руху, знайдемо середню швидкість руху тіла:

$$v_{\text{сер}} = \frac{l}{t} = \frac{350\ \text{м}}{25\ \text{с}} = 14\ \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Підручник у вільному доступі

А як насправді?

«Першу половину шляху автомобіль рухався зі швидкістю 10 м/с, а другу половину шляху мчав зі швидкістю 40 м/с. Чому дорівнює середня швидкість руху автомобіля на всьому шляху?» Якщо ви комусь поставите це питання (можете провести опитування серед своїх знайомих), то вам, найімовірніше, дадуть таку відповідь: «Зрозуміло, що 25 м/с». Але це не так. У цьому випадку середня швидкість руху автомобіля становить лише 16 м/с. Поміркуйте, звідки взялася така відповідь.

Підбиваємо підсумки

ВИДИ МЕХАНІЧНИХ РУХІВ	
Дивимося на швидкість	Дивимося на траєкторію
Швидкість руху **не змінюється** → рух **рівномірний**	Траєкторія руху — **пряма** → рух **прямолінійний**
Швидкість руху **змінюється** → рух **нерівномірний**	Траєкторія руху — **крива** → рух **криволінійний**

Характеризуючи механічний рух, треба зважати на те, *чи змінюється швидкість руху тіла, і на те, якою є траєкторія руху.* Рух колеса огляду — рівномірний криволінійний.

Середня швидкість руху тіла дорівнює відношенню всього шляху, який подолало тіло, до інтервалу часу, за який цей шлях подолано:

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

$$v_{\text{сер}} = \frac{l}{t}$$

Підручник "Видавництво "Ранок"

Контрольні запитання

1. Який рух називають нерівномірним? Наведіть приклади. **2.** Назвіть види механічного руху. Наведіть приклади. **3.** Дайте означення середньої швидкості руху тіла. Як її знайти? **4.** Як за графіком швидкості руху тіла знайти шлях, який подолало тіло за певний інтервал часу?

Вправа № 11

1. Наведіть приклади: а) прямолінійного рівномірного руху; б) прямолінійного нерівномірного руху; в) криволінійного рівномірного руху; г) криволінійного нерівномірного руху.

2. Хлопчик вийшов зі школи та пішов додому. Перший кілометр шляху він подолав за 0,5 год, а решту 5 км його підвіз тато, витративши на це 0,1 год. Знайдіть середню швидкість руху хлопчика на всьому шляху від школи додому.

3. Потяг за 1 год пройшов 60 км. Потім він рухався ще 30 хв зі швидкістю 90 км/год. Яка середня швидкість руху потяга?

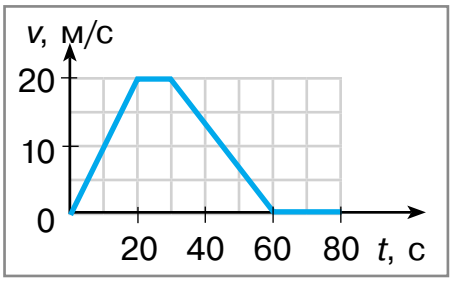
4. Підіймаючись на гору, турист подолав шлях 3 км за 1 год. Скільки часу витратив турист на спуск тією самою стежкою, якщо середня швидкість його руху на всьому шляху становила 1 м/с?

5. Першу половину шляху автомобіль рухався зі швидкістю 60 км/год, а другу — зі швидкістю 100 км/год. Знайдіть середню швидкість руху автомобіля.

Підручник Видавництва «Ранок»

6. Першу половину часу польоту літак рухався зі швидкістю 600 км/год, а решту часу — зі швидкістю 800 км/год. Знайдіть середню швидкість руху літака.

7. Скориставшись графіком швидкості руху автомобіля (див. рисунок):



а) опишіть, як рухався автомобіль;

б) визначте шлях, який подолав автомобіль;

в) дізнайтеся, скільки часу автомобіль рухався з незмінною швидкістю;

г) визначте середню швидкість руху автомобіля за першу хвилину спостереження; за весь час спостереження.

У яких ситуаціях автомобіль міг рухатися саме так?

8. Знайдіть карту залізниць вашої області та розклад руху будь-якої приміської електрички. Скориставшись цими даними, визначте середні швидкості руху електрички в обох напрямках слідування; між кількома проміжними станціями.

Ключові терміни

Рівномірний прямолінійний рух; рівномірний криволінійний рух; нерівномірний прямолінійний рух; нерівномірний криволінійний рух; середня швидкість руху

Електронний підручник видавництва «Ранок»

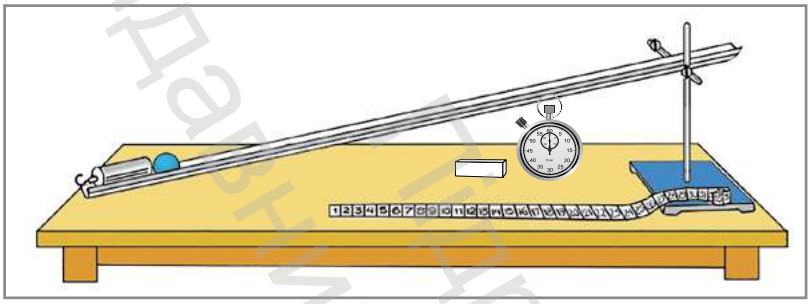
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

rnk.com.ua/106639

Тема. Визначення середньої швидкості руху тіла.

Мета: дослідити нерівномірний рух тіла; виміряти середню швидкість руху тіла.

Обладнання: секундомір; вимірювальна стрічка; жолоб завдовжки 1–1,5 м; кулька; штатив із муфтою та лапкою; металевий циліндр (або інший предмет для припинення руху кульки по жолобу); шматочок крейди.



Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Переконайтеся, що ви знаєте відповіді на такі запитання.

1) Який рух називають нерівномірним?
2) Як обчислюють середню швидкість руху тіла?

2. Підготуйте обладнання.

1) Закріпіть жолоб у лапці штатива. Опустіть лапку, розташувавши жолоб під невеликим кутом до горизонту.

Видавництво «Ранок» Електронний підручник

2) У верхній частині жолоба зробіть позначку крейдою.

Експеримент

Дотримуйтесь інструкції з безпеки.
Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Розташуйте металевий циліндр у нижній частині жолоба.

2. Виміряйте відстань l від позначки до циліндра (ця відстань дорівнює шляху, який долатиме кулька, рухаючись уздовж жолоба).

3. Розташуйте кульку навпроти позначки, відпустіть кульку, не штовхаючи її, та виміряйте час t_1, за який кулька скочується (час від початку руху кульки до моменту її удару об металевий циліндр).

4. Повторіть дослід іще двічі.

Номер досліду	Шлях l, м	Час руху кульки t, с	Середній час руху кульки $t_{сер}$, с	Середня швидкість руху кульки $v_{сер}$, м/с
1				
2				
3				

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть середній час руху кульки: $t_{сер} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$.

Підручник "Ранок" Видавництво

2. Визначте середню швидкість руху кульки: $v_{\text{сер}} = \dfrac{l}{t_{\text{сер}}}$.

Результати обчислень занесіть до таблиці.

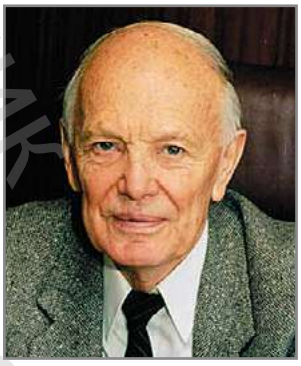
Аналіз експериментального дослідження та його результатів

Проаналізувавши експеримент та його результати, зробіть висновок, у якому зазначте: 1) який рух ви вивчали; 2) значення якої величини визначили; 3) які результати отримали; 4) які чинники вплинули на точність результатів.

Творче завдання

Продумайте і запишіть план проведення експерименту, мета якого — довести, що середня швидкість нерівномірного руху кульки похилим жолобом на всьому шляху відрізняється від середньої швидкості руху кульки на половині шляху. Поясніть, чому ці значення не збігаються.

Фізика і техніка в Україні

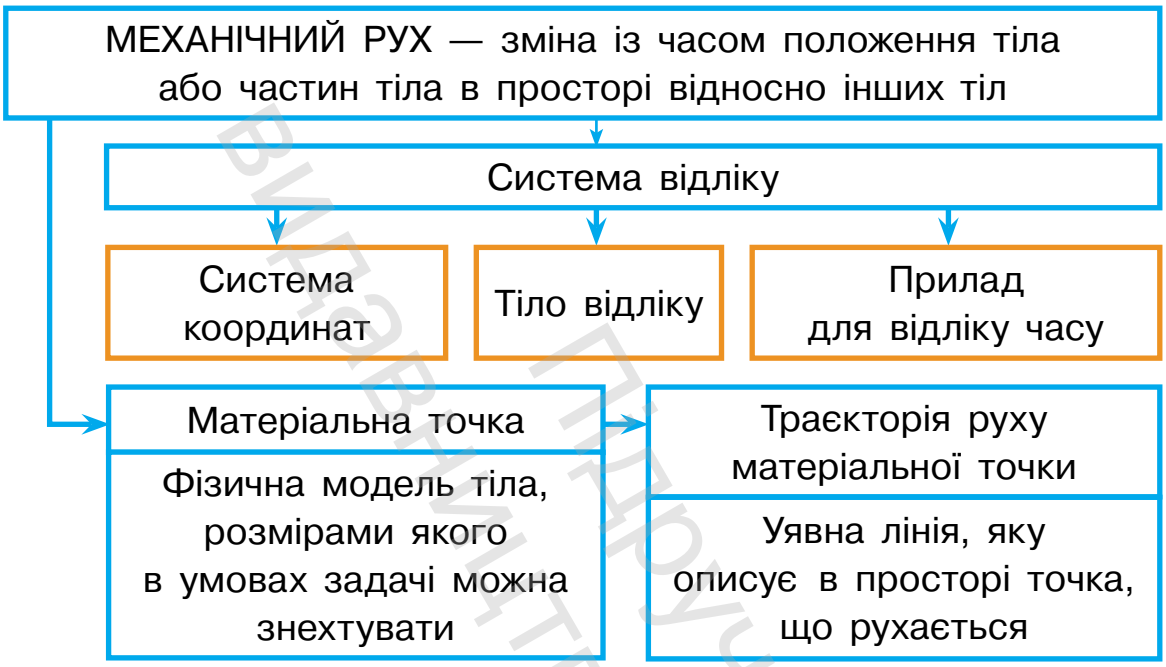


БОРИС ЄВГЕНОВИЧ ПАТОН (1918–2020) — видатний інженер, учений, організатор науки. Світову славу йому принесли дослідження в галузі електродугового зварювання та створення зварювальних автоматів. У 1953 р. Б. Є. Патон став директором Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона (Київ). Учений очолив дослідження, у результаті яких сформувався цілком новий напрям у сучасній металургії. У 1958 р. Б. Є. Патон став дійсним членом Академії наук України, а з 1962 до 2020 рр. був її незмінним президентом.

Підручник видавництва «Ранок»

ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ 2
Частина 1 «Прямолінійний рівномірний рух»

1. Ви вивчали *механічний рух* та ознайомились із деякими *основними поняттями механіки*.

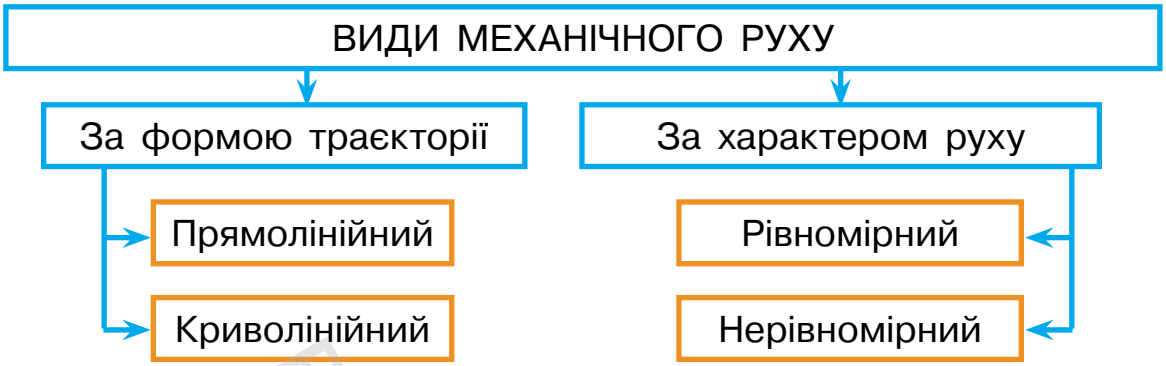


2. Ви дізналися про *фізичні величини*, *які характеризують механічний рух*.

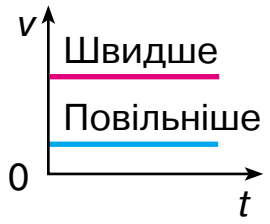
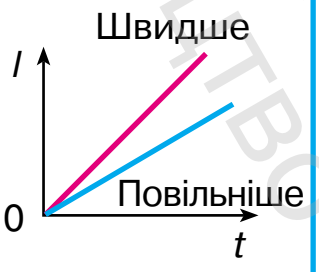
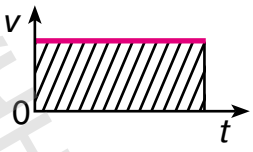
Шлях l — фізична величина, яка дорівнює довжині траєкторії; $[l]=$ м	*Переміщення* $\vec{s}$ — напрямлений відрізок, який з'єднує початкове і кінцеве положення тіла; $[s]=$ м	*Швидкість рівномірного руху* $\vec{v}$ — фізична величина, що дорівнює відношенню шляху, який подолало тіло, до інтервалу часу, протягом якого цей шлях був подоланий: $v=\frac{l}{t}$; $[v]=$ м/с

Видавництво "Ранок" Підручник

3. Ви навчилися розрізняти *види механічного руху*.



4. Ви навчилися досліджувати рівномірний рух за допомогою *графіків шляху та графіків швидкості руху*.

Графік швидкості руху	**Графік шляху**	**Зв'язок між графіком швидкості руху та шляхом**
		 Шлях чисельно дорівнює площі фігури під графіком швидкості руху

Видавництво "Підручник"

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Частина 1 «Прямолінійний рівномірний рух»

rnk.com.ua/106653

У завданнях 1–5, 7–8 виберіть одну правильну відповідь.

1. (1 бал) Потяг, що рухається, перебуває у стані спокою відносно:

а) центра Землі;

б) пасажира, що сидить у кріслі вагона;

в) точок на ободі колеса вагона;

г) рейок, по яких він рухається.

2. (1 бал) Яке тіло можна взяти за матеріальну точку?

а) м'яч;

б) слон

в) планета Марс;

г) будь-яке, залежно від задачі.

3. (1 бал) Які прилади вам знадобляться для вимірювання середньої швидкості руху тіла?

а) лінійка та мензурка;

б) мензурка та секундомір;

в) рулетка та секундомір;

г) лінійка та спідометр.

Підручник Видавництво "Ранок"

4. (2 бали) Космічний корабель протягом 20 с рухався зі швидкістю 10 000 м/с. Яку відстань він подолав?

а) 5 км; б) 20 км; в) 200 км; г) 500 км.

5. (2 бали) Потяг рухався із середньою швидкістю 40 м/с. Скільки часу тривала подорож між двома містами, якщо відстань між ними 624 км?

а) 1 год 34 хв;

б) 4,2 год;

в) 4 год 20 хв;

г) 15,6 год.

6. (2 бали) Установіть відповідність між рухом тіла в просторі (1–3) та системою координат (А–В), яку зручніше використовувати для визначення положення цього тіла.

1	Людина здійснює політ у костюмі-крилі	**А**	Одновимірна система координат
2	Катер рухається поверхнею озера	**Б**	Двовимірна система координат
3	Ліфт піднімається вертикально	**В**	Тривимірна система координат

7. (2 бали) Яка істота має найбільшу швидкість?

а) кінь скаче зі швидкістю 10 м/с;

б) кішка досягла швидкості 25 км/год;

в) бджола летить зі швидкістю 500 м/хв;

г) кашалот пливе зі швидкістю 10 вузлів (1 вузол ≈ ≈ 1,852 км/год).

Видавництво "Ранок" Підручник

8. (2 бали) Пів години юнак їхав на велосипеді зі швидкістю 24 км/год, а потім ішов пішки 6 км зі швидкістю 4 км/год. Визначте середню швидкість руху юнака.

а) 9 км/год;

б) 18 км/год;

в) 20 км/год;

г) 28 км/год.

9. (2 бали) За графіком залежності шляху від часу для рівномірного руху (рис. 1) визначте швидкість руху тіла. Відповідь подайте в метрах за секунду (м/с) і кілометрах за годину (км/год).

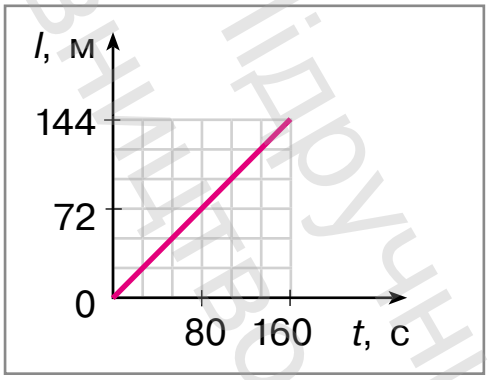


Рис. 1

10. (3 бали) Турист ішов гірською стежкою, рухаючись зі швидкістю 2 км/год, а потім повернувся до місця свого старту, рухаючись зі швидкістю 6 км/год. Якою була середня швидкість руху туриста на всьому шляху?

Підручник видавництва "Ранок"

11. (3 бали) Використовуючи дані рис. 2, визначте, за який час зустрінуться легковий автомобіль і вантажівка.

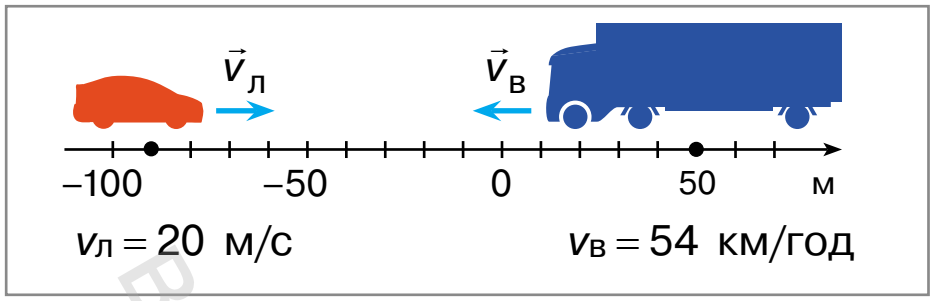


Рис. 2

12. (3 бали) На рис. 3 наведено графік швидкості руху автомобіля. Визначте максимальну швидкість руху автомобіля та весь шлях, що він подолав.

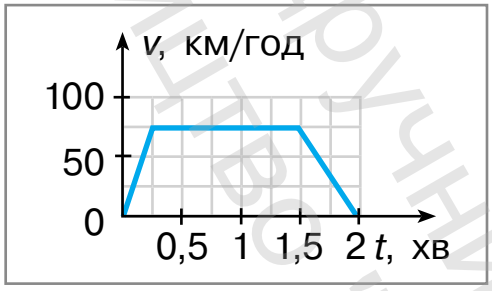


Рис. 3

Звірте ваші відповіді на завдання з наведеними наприкінці підручника. У завданнях, які ви виконали правильно, полічіть суму балів і поділіть її на 2. Одержане число відповідатиме рівню ваших навчальних досягнень.

Підручник видавництва "Ранок"

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ

1. Еволюція приладів для вимірювання часу.
2. Надшвидкі потяги світу.
3. Історія рекордів швидкості на суднах.
4. Історія рекордів швидкості на автомобілях.

ТЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Визначення середньої швидкості руху під час прогулянки.
2. Визначення середньої швидкості польоту м'яча.
3. Визначення середньої швидкості руху тіл різними способами.

ТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

1. Розвиток транспорту: пліт — човен — корабель; повітряна куля — дельтаплан — літак; автомобіль.
2. Розробка оптимального маршруту подорожі від вашого міста (села) до будь-якого міста Європи.
3. Хто найшвидший? Дослідження та порівняння швидкостей руху тварин і транспортних засобів.
4. Механічний рух паперового літачка: дослідження траєкторій, побудова графіків, визначення середньої швидкості руху тощо.

Підручник Видавництво «Ранок»

Розділ 2
МЕХАНІЧНИЙ РУХ

Частина 2. «Рівномірний рух по колу. Коливальний рух»

- Ви знаєте, що блендер обертається досить швидко, а зможете розрахувати, що рухається швидше — кінчик блендера чи автівка
- Ви знаєте про каруселі з подвійним обертанням (сидіння та всієї каруселі), а дізнаєтеся, що кожна людина на Землі бере участь у подібному русі все життя
- Ви знаєте, як гойдатися на гойдалці, а дізнаєтеся, що саме такий рух є основою безлічі фізичних явищ

§ 12. РІВНОМІРНИЙ РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ПО КОЛУ. ПЕРІОД ОБЕРТАННЯ

Рух кабінки оглядового колеса, центрифуги під час тренування космонавта, метального молота на етапі розкручування, кінчика ножа блендера, коли готується смузі... Чи є щось спільне між цими, на перший погляд зовсім різними, рухами? З'ясуймо.

1. Які особливості має рівномірний рух по колу?

Якою є траєкторія руху, наприклад, кабінки оглядового колеса? Ми впевнені, що ви легко визначили: цією лінією є коло. Очевидно, що коловою траєкторією рухаються ще багато точок конструкції оглядового колеса. Кожна така точка за будь-які рівні інтервали часу

Підручник Ранок Видавництво

проходить однаковий шлях. Тож тут ми маємо справу з *рівномірним рухом по колу*. Надалі, говорячи про рівномірний рух по колу будь-якого фізичного тіла, вважатимемо це тіло матеріальною точкою. Зрозуміло, що прикладів зазначеного руху можна навести чимало (рис. 12.1).

Рівномірний рух матеріальної точки по колу — це такий криволінійний рух, під час якого точка, рухаючись коловою траєкторією, за будь-які рівні інтервали часу проходить однаковий шлях.

Рис. 12.1. Приклади руху по колу: *а* — рух точок турбіни вітрогенератора; *б* — рух супутників геостаціонарною орбітою; *в* — рух шкарпетки в барабані пральної машини під час віджимання

Чи знаєте ви, що...

Колесо — це один із винаходів людства, який не має аналогів у природі за формою та своїми функціями.

За п'ять тисячоліть існування колесо стало невід'ємним елементом багатьох механізмів і транспортних засобів: від античних колісниць до сучасних літаків.

Підручник є власністю видавництва. Розповсюдження заборонено

2. Як розрахувати період обертання?

Спостереження за рівномірним рухом по колу засвідчують, що це *періодичний рух,* тобто рух, який повторюється через певні рівні інтервали часу. Наприклад, кінчик секундної стрілки годинника повторює свій рух кожні 60 с. Характеристиками такого руху слугують *період* і *частота*. У разі рівномірного руху по колу говорять про *період обертання* та *обертову частоту*.

Період обертання — це фізична величина, яка дорівнює часу, протягом якого точка, що рівномірно рухається по колу, здійснює один оберт.

Період обертання позначають символом T. *Одиниця періоду обертання в СІ* — **секунда**: $[T] = \text{с}$.

Поміркуйте, які періоди обертання точок хвилинної та годинної стрілок годинника.

Коли збивають молочний коктейль, кожна точка ножа блендера за 30 с робить 6000 обертів (рис. 12.2). Зрозуміло: щоб визначити *час одного оберту,* слід час обертання ($t = 30$ с) поділити на кількість обертів ($N = 6000$): $T = \dfrac{30\ \text{с}}{6000} = 0{,}005\ \text{с} = 5\ \text{мс}$. Тобто період обертання T точок ножа блендера становить 5 мс.

Рис. 12.2. Точки ножа блендера за хвилину роблять 12 тис. обертів

Підручник "Ранок" Видавництво

Отже, *щоб визначити період обертання T, слід підрахувати кількість N обертів, здійснених за час t, і скористатися формулою*:

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

3. Як пов'язані період і частота обертання?

Зазначаючи технічні характеристики пристроїв, використовують не період обертання, а обертову частоту (рис. 12.3).

Рис. 12.3. Обертова частота кулерів сучасних процесорів становить 50–60 обертів за секунду

Обертова частота — це фізична величина, яка дорівнює кількості обертів за одиницю часу.

Обертову частоту позначають символом n і визначають за формулою:

$$n = \frac{N}{t},$$

де t — час обертання; N — кількість обертів, здійснених за цей час.

Одиниця обертової частоти в СІ — **оберт за секунду:**

$$[n] = \frac{\text{об}}{\text{с}} = \frac{1}{\text{с}}.$$

Сподіваємося, що ви без особливих зусиль зможете визначити обертову частоту точок ножа блендера (див. рис. 12.2).

Електронний підручник видавництва "Ранок"

Оскільки $T = \frac{t}{N}$, а $n = \frac{N}{t}$, доходимо висновку, що період обертання та обертова частота є взаємно оберненими величинами, тобто:

$$n = \frac{1}{T};\ T = \frac{1}{n}$$

Чим більшим є період обертання тіла, тим меншою є його обертова частота, і навпаки.

Дослідження

Що знадобиться: мікрохвильова піч; склянка з водою; секундомір.

Розмістіть склянку з водою в НВЧ-печі, увімкніть піч під наглядом дорослих і визначте частоту й період обертання склянки. Рух якого тіла має приблизно такий самий період обертання?

4. Як розрахувати швидкість рівномірного руху по колу?

Під час рівномірного руху по колу тіло за час, що дорівнює періоду $(t = T)$, робить один оберт, тобто долає шлях l, який дорівнює довжині кола. Знаючи шлях і час, за який цей шлях подолано, одержимо формулу для розрахунку *швидкості рівномірного руху по колу*:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T}$$

Підручник видавництва "Ранок"

Довжину кола l можна обчислити за відомою вам з математики формулою: $l = 2\pi R$, де π — математична константа; R — радіус кола. *Розв'язуючи задачі, вважатимемо, що* $\pi = 3{,}14$.

Саме про швидкість рівномірного руху по колу йдеться, коли, наприклад, говорять про швидкість польоту штучних супутників Землі, швидкість руху людини, яка кружляє на каруселі, тощо.

А як насправді?

Блогер розповів, що випадково разом зі штанами поправ брелок. Хлопець стверджував, що «шлях», який вимушено подолав брелок лише за 5 хв роботи центрифуги, приблизно дорівнює 6 км. Чи ймовірні дані навів блогер?

Підручник "Ранок" Видавництво

Підбиваємо підсумки

Рівномірний рух матеріальної точки по колу — це такий рух, під час якого точка, рухаючись коловою траєкторією, за будь-які рівні інтервали часу проходить однаковий шлях.

Період обертання *T* — час одного оберту.

Обертова частота *n* — кількість обертів за одиницю часу.

$$T = \frac{t}{N} \quad [T] = \text{с}; \qquad n = \frac{N}{t} \quad [n] = \frac{\text{об}}{\text{с}} = \frac{1}{\text{с}}; \qquad T = \frac{1}{n}$$

t — час спостереження;
N — кількість обертів за час спостереження

Швидкість рівномірного руху по колу:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

R — радіус кола

Контрольні запитання

1. Який рух називають рівномірним рухом по колу? **2.** Чому рівномірний рух по колу є періодичним? **3.** Дайте означення періоду обертання. Як його визначити? **4.** Дайте означення обертової частоти. **5.** Як пов'язані обертова частота й період обертання? **6.** Як визначити швидкість рівномірного руху по колу?

Вправа № 12

1. За 18 секунд колесо автомобіля здійснило 24 оберти. Визначте період обертання точки на ободі колеса.

2. Якою є обертова частота точок патрона електродриля, якщо протягом хвилини патрон здійснює 900 обертів?

3. Особливості зору людини такі, що вона може ідентифікувати події як різні, якщо інтервал часу між ними більший за 0,2–0,3 с. З якою частотою потрібно рухати по колу «бенгальський вогонь», щоб побачити світне кільце?

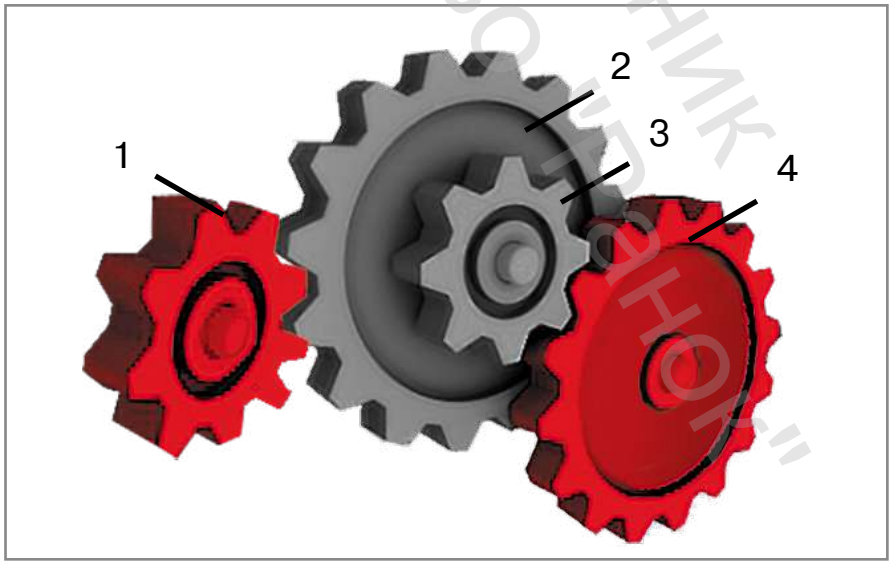
ВІДЕОПІДРУЧНИК Видавництво "Ранок"

4. Відомо, що вентилятор мікропроцесора персонального комп'ютера обертається з частотою 3600 об/хв. Яким є період обертання точок лопатей вентилятора?

5. Учень катався на каруселі 5 хв. За цей час він здійснив 100 обертів. У якому випадку можна стверджувати, що період обертання учня дорівнював 3 с?

6. Яка швидкість руху кінчика крильчатки блендера під час приготування смузі (див. рис. 12.2)? Діаметр крильчатки 50 мм.

7. Шестірні скріплені зубцями так, як показано на рисунку. Шестірня 1 має 9 зубців, шестірня 2 — 15, шестірня 3 — 8, шестірня 4 — 16. Шестірні 2 і 3 закріплені на спільному валу. Визначте період обертання шестірні 4, якщо частота обертання шестірні 1 — 5 об/с.



Підручник видавництва "Ранок"

8. Знайдіть три цікаві факти про колесо. Критично проаналізуйте отриману інформацію, внесіть відповідні корективи та запишіть короткий (до 1 хв) відеоролик на зазначену тему.

Ключові терміни

Рівномірний рух по колу; період обертання; обертова частота

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

rnk.com.ua/106642

Тема. Вимірювання періоду обертання та обертової частоти.

Мета: виміряти період обертання та обертову частоту тіла під час його рівномірного руху по колу.

Обладнання: невелике тіло (ґудзик, ключ, кулька тощо); аркуш із зображенням кола радіусом 15 см; нитка завдовжки 50–60 см; секундомір; лінійка.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Переконайтеся, що ви знаєте відповіді на такі запитання.

1) Який рух називають рівномірним рухом по колу?
2) За якою формулою обчислюють період рівномірного руху тіла по колу? обертову частоту?

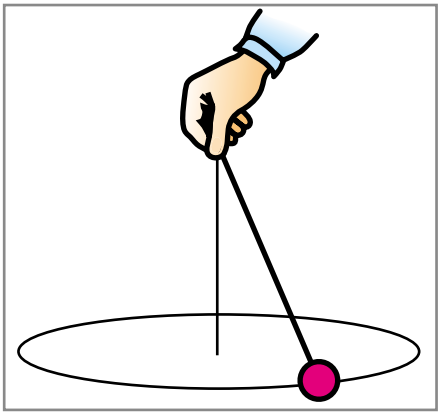
Видавництво "Ранок" Підручник

2. Прикріпіть кульку до нитки. На вільному кінці нитки зробіть петлю.

Експеримент

Дотримуйтесь інструкції з безпеки.

1. Візьміть за петлю нитку з тілом. Розташуйте руку над центром зображеного кола. Примусьте тіло рухатися так, щоб траєкторія його руху збігалася з колом.



2. Виміряйте час t, за який тіло здійснює 10 обертів.

Опрацювання результатів експерименту

Визначте період обертання, обертову частоту та швидкість руху тіла.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізувавши експеримент, зробіть висновок, у якому зазначте: 1) який рух ви вивчали; 2) значення яких величин визначали; 3) які результати отримали; 4) у чому причина похибки.

Творче завдання

Продумайте та запишіть план проведення експерименту, мета якого — виявити залежність періоду обертання та обертової частоти виготовленого вами пристрою від довжини нитки. Проведіть цей експеримент. Зробіть висновок.

Підручник видавництва «Ранок»

§ 13. РУХ ЗЕМЛІ І МІСЯЦЯ

Понад 5000 років тому жерці стародавнього Вавилону, спостерігаючи за Місяцем, визначили такий добре відомий нам інтервал часу, як тиждень. Як вони це зробили? У чому особливість руху Місяця? У цьому параграфі ви знайдете відповіді на ці та багато інших запитань.

1. Чи можна використати природні явища для виміру часу?

Згадаємо будову Сонячної системи: планети обертаються навколо Сонця, яке розташоване в центрі цієї системи. На рис. 13.1 показано Землю, що обертається навколо Сонця, та її супутник Місяць (він обертається навколо Землі). Орбіти (траєкторії руху) Землі і Місяця за формою майже збігаються з колом*. Рух Землі

* Точніше — Земля і Місяць рухаються еліптичними орбітами.

Підручник видавництва "Ранок"

навколо Сонця та рух Місяця навколо Землі є прикладами періодичного рівномірного руху по колу, який, як ви вже знаєте, характеризується *періодом обертання*. Крім того, і Земля, і Місяць обертаються навколо власних осей.

Логічним є використати період обертання як природну одиницю часу. Саме так і зробили допитливі люди в давнину. Шляхом тривалих спостережень вони визначили надійні одиниці часу: добу, рік, місяць.

З яким явищем, на вашу думку, пов'язана одиниця часу «місяць»?

Доба — це час між послідовними сходами Сонця на Землі, тобто *період обертання Землі навколо власної осі*.

Рік — період обертання Землі навколо Сонця.

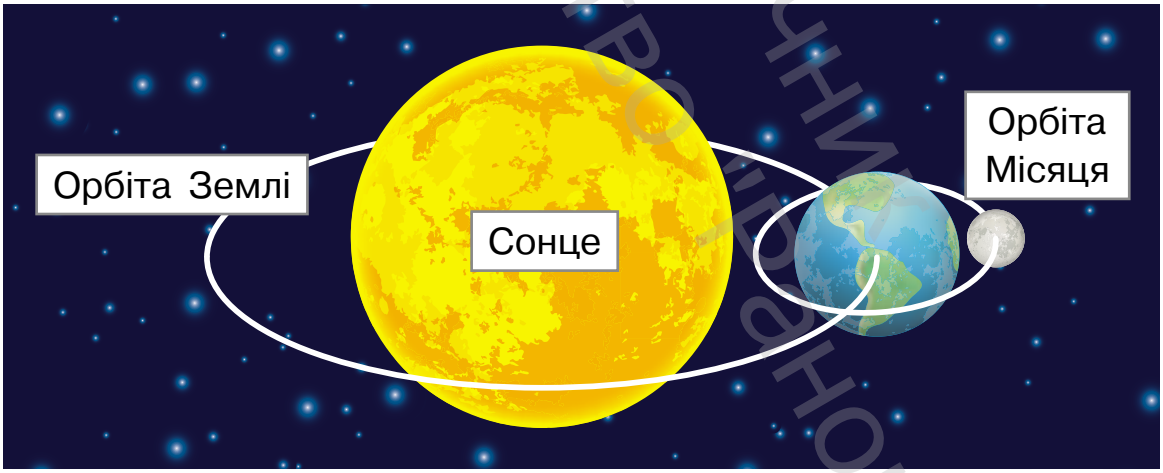


Рис. 13.1. Рух Землі і Місяця. *Зверніть увагу:* щоб розмістити всі три космічні тіла на одному зображенні, співвідношення розмірів і відстаней між ними змінено порівняно з реальними

Видавництво «Підручник і посібник»

А як насправді?

Оглядове колесо в Сінгапурі, зображене на заставці до § 12, має назву «Flyer». В інтернеті є багато описів цієї споруди, але частина інформації різниться. Наприклад, на одному ресурсі зазначено, що період обертання колеса в 100 разів менший від періоду обертання Землі, на другому — що він дорівнює 28 хв, а на третьому — 37 хв. На офіційному сайті «Flyer» немає інформації саме про період обертання, але подано діаметр колеса (150 м) і лінійну швидкість його руху (0,24 м/с). Який насправді період обертання колеса «Flyer»?

2. Чому тиждень триває саме сім діб?

Вважається, що одиницю часу «місяць» винайшли в стародавньому Вавилоні. Спостерігаючи за нічним небом, жерці помітили, що молодий Місяць з'являється на небосхилі приблизно кожні 29 діб*. Так виникла одиниця часу *місяць*. За цей час Місяць, обертаючись навколо Землі, проходить *повний цикл зміни фаз: новий Місяць, перша чверть, повня, остання чверть* (рис. 13.2). Саме за кількістю місячних фаз жерці розділили місячний місяць на чотири й отримали приблизно сім діб — одиницю часу, яку ми називаємо *тиждень*.

Період обертання Землі навколо своєї осі — 24 години (доба), а навколо Сонця — 365 діб і 6 годин. Зручніше користуватися цілими числами, і домовилися, що тривалість кожного з трьох років поспіль складає 365 діб; на кінець четвертого року накопичується

* Точніше — від 29 діб 6 год до 29 діб 20 год.

Видавництво "Ранок"

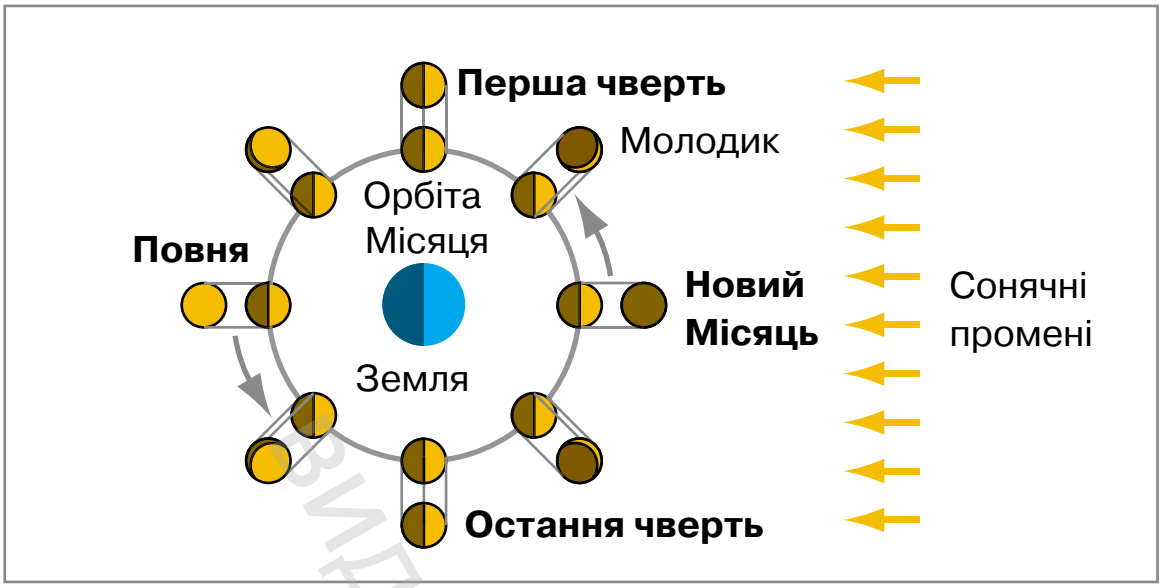


Рис. 13.2. У прадавні часи початок і кінець місяця визначали за фазами Місяця (зображення Місяця на зовнішньому колі — це те, яким ми бачимо Місяць із Землі)

$6 \cdot 4 = 24$ «зайві» години, тому четвертий рік налічує $365 + 1 = 366$ діб (він одержав назву «*високосний*»).

Отримати цілу кількість місячних місяців тривалістю 29 діб протягом року не вдається, тому зараз ми використовуємо поняття *календарного місяця*, який не залежить від фаз Місяця й триває від 28 до 31 доби.

Дослідження

Що потрібно: декілька хвилин вільного часу щовечора.

Проведіть систематичні спостереження повного циклу зміни фаз Місяця, розпочавши з будь-якої фази. У ході спостережень виконайте схематичні зображення Місяця, поряд із кожним укажіть дату. За підсумками

Підручник видавництва «Ранок»

дослідження підготуйте узагальнювальний рисунок: виділіть фази Місяця, укажіть дати. Чи мали рацію вавилонські жерці, які поділили повний цикл фаз Місяця саме на чотири частини? Обговоріть у класі досягнення й труднощі дослідження.

3. Чи можна побачити зворотний бік Місяця?

І стародавні вавилонські жерці, і вчені античної Греції, і Ґ. Ґалілей у Середньовіччі, і ми з вами спостерігаємо той самий місячний «пейзаж»: Місяць завжди звернений до спостерігача на Землі тим самим боком. Чому це так? Адже Місяць обертається не лише навколо Землі, а й навколо власної осі. Відповідь доволі проста: у Місяця період обертання навколо Землі та період обертання навколо власної осі збігаються (приблизно 27,3 доби). Космічні кораблі допомогли побачити недосяжне: сьогодні будь-хто може роздивитися зворотний бік Місяця на супутникових знімках (рис. 13.3).

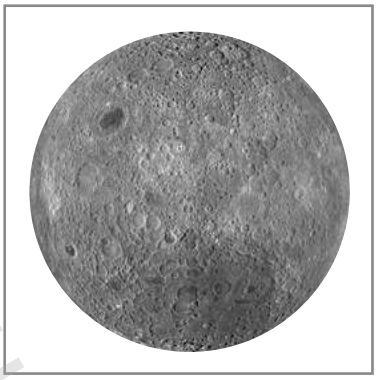


Рис. 13.3. Зображення зворотного боку Місяця

Чи знаєте ви, що...

На заставці до § 13 зображений *супермісяць* — явище, коли супутник нашої планети виглядає найбільшим. Такий Місяць можна побачити приблизно три-чотири рази на рік. Більший за розміром Місяць ми бачимо тоді, коли фаза «повний Місяць» («повня») збігається з перебуванням Місяця в найближчій до Землі точці орбіти, яка має назву *перигей*.

Електронний варіант

4. Чи можна наздогнати Землю на орбіті?

Для розрахунку швидкості руху Землі орбітою звернемося до довідника та з'ясуємо, що відстань між Сонцем і Землею становить приблизно 150 млн км.

Період обертання Землі навколо Сонця — один рік, тобто приблизно 365 діб. Кожна доба складається із 24 годин, година — із 60 хвилин, а хвилина — із 60 секунд. Скористаємося формулою для розрахунку швидкості рівномірного руху по колу: $v_З = \frac{2\pi R}{T}$. Одержимо:

$$v_З = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 150\ 000\ 000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \approx 30 \left(\frac{\text{км}}{\text{с}} \right).$$

30 км/с — це шалена швидкість. Якби людство винайшло транспортні засоби, які можуть рухатися з такою швидкістю, то подорож від Києва до Львова тривала б приблизно 20 секунд.

Підручник видавництва "Ранок"

Підбиваємо підсумки

Одиниці часу *доба, місяць, рік* було визначено за періодами обертання космічних тіл.

Доба — період обертання Землі навколо своєї осі.

Місяць — пов'язаний із періодом обертання Місяця навколо Землі.

Рік — період обертання Землі навколо Сонця.

Контрольні запитання

1. Якою є траєкторія руху Землі навколо Сонця? Місяця навколо Землі? **2.** З якими природними явищами пов'язані такі одиниці часу: рік, місяць, тиждень, доба? **3.** Яка причина появи високосного року? **4.** Чому ми ніколи не бачимо зворотний бік Місяця? **5.** З якою швидкістю Земля обертається навколо Сонця?

Вправа № 13

1. Визначте, скільки обертів здійснює Земля навколо своєї осі протягом тижня.

2. Визначте в годинах час, за який Земля здійснить 2 оберти: а) навколо своєї осі; б) навколо Сонця.

3. Подайте в одиницях СІ: 1 доба; 1 тиждень; 1 рік.

4. Визначте приблизну кількість обертів Місяця навколо Землі за той час, за який Земля здійснює 28 обертів навколо своєї осі.

Видавництво "Ранок"

5. Визначте швидкість руху Місяця навколо Землі. Вважайте, що Місяць рухається коловою орбітою радіусом 390 000 км, а період обертання Місяця навколо Землі — 27,3 доби.

6. Частота обертання дриля під час шліфування становить 3600 об/хв. З якою максимальною швидкістю рухаються точки шліфувальної насадки діаметром 50 мм? Порівняйте цю швидкість зі швидкістю обертання Місяця навколо Землі, а також із дозволеною в місті швидкістю руху автомобіля.

7. Відстань від Юпітера (найбільшої планети Сонячної системи) до Сонця в 5,2 разу більша за відстань від Землі до Сонця, а тривалість року на Юпітері в 11,9 разу більша, ніж на Землі. Яка із зазначених планет рухається навколо Сонця з більшою швидкістю? У скільки разів більшою?

8. Порівняйте середні радіуси орбіт планет Венери, Землі, Марса, а також періоди їхнього обертання навколо Сонця. Визначте швидкості руху цих планет відносно Сонця. Підготуйте коротку презентацію.

Ключові терміни

Рік; місячний місяць; календарний місяць; тиждень; доба

Видавництво "Ранок"

§ 14. КОЛИВАЛЬНИЙ РУХ. АМПЛІТУДА, ПЕРІОД І ЧАСТОТА КОЛИВАНЬ

Природні проміжки часу, такі як доба, місяць, рік, є досить довгими, а тому, на жаль, не дуже корисними для повсякденних справ. Коливальний рух визначив шляхи виміру менших проміжків часу — секунди, хвилини, години.

1. Як створити маятник?

Підвісимо тягарець на нитку, відхилимо його від *положення рівноваги* й відпустимо. Тягарець почне *коливатися*, тобто рухатися від одного крайнього положення до іншого, повторюючи свій рух через певний інтервал часу. Таким чином, коливальний рух має спільну рису з рівномірним рухом по колу: обидва рухи є *періодичними*.

Електронний підручник видавництво "Ранок"

Тягарець, що коливається на нитці або на пружині, — це приклад найпростішого *маятника* (рис. 14.1).

Маятник — це тверде тіло, яке здійснює коливання внаслідок притягання до Землі або внаслідок дії пружини.

Маятники, у яких тіло коливається завдяки дії пружини, називають *пружинними маятниками* (рис. 14.2). Коливання пружинного маятника залежать від властивостей пружини і маси тіла.

Видавництво "Ранок"
Підручник

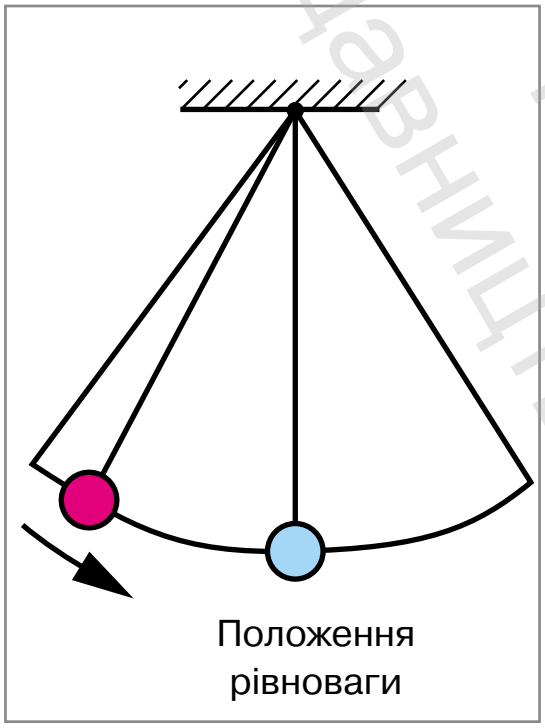


Рис. 14.1. Коливання маятника — це періодичний рух

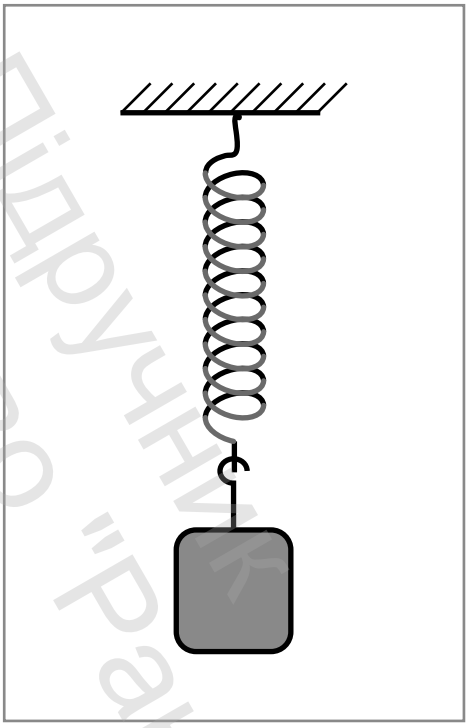


Рис. 14.2. Приклад найпростішого пружинного маятника

Маятники, які коливаються завдяки притяганню до Землі, називають *фізичними маятниками*. Їх коливання є доволі складними, адже залежать від маси, розміру, форми маятника тощо.

Щоб розміри і форма тіла майже не впливали на коливання, слід узяти нитку, довжина якої є досить великою порівняно з розмірами тіла, — у такому випадку тіло можна вважати матеріальною точкою. При цьому нитка має бути легкою, а щоб під час коливань тіло було на незмінній відстані від точки підвісу, — нерозтяжною. Такий маятник називають *нитяним*, а *довжину нитки вважають довжиною маятника* (рис. 14.3).

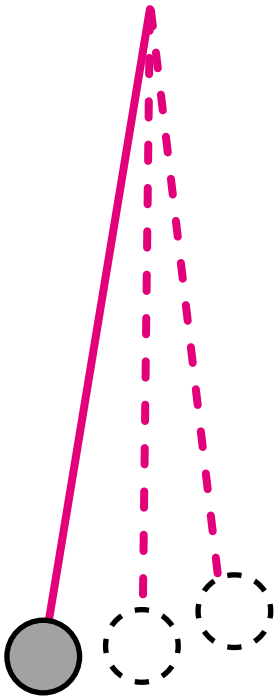


Рис. 14.3. Металева кулька на довгій нерозтяжній нитці є досить зручною для вивчення основних властивостей коливань

Чи знаєте ви, що...

На заставці до § 14 зображено *маятник Фуко*, розміщений у Пантеоні в Парижі. Його розміри вражають: маса мідного «тягарця» становить майже 30 кг, а довжина «нитки» — 67 м. За допомогою маятника Фуко можна продемонструвати обертання Землі навколо власної осі. Якщо певний час спостерігати за цим велетнем, то можна побачити, що маятник Фуко не тільки коливається, але й повільно обертається по колу. Насправді площина коливань залишається нерухомою, а обертається спостерігач разом із підлогою, Пантеоном і Землею.

Електронний підручник "Видавництво Ранок"

2. Що називають амплітудою коливань?

Спостерігаючи за коливаннями маятника, неважко побачити, що є певна максимальна відстань, на яку тіло, що коливається, віддаляється від положення рівноваги. Цю відстань називають *амплітудою коливань* (рис. 14.4).

Амплітуда коливань — це фізична величина, що дорівнює максимальній відстані, на яку відхиляється тіло від положення рівноваги під час коливань.

Амплітуду коливань позначають символом A. *Одиниця амплітуди коливань в СІ* — **метр**: $[A] = \text{м}$.

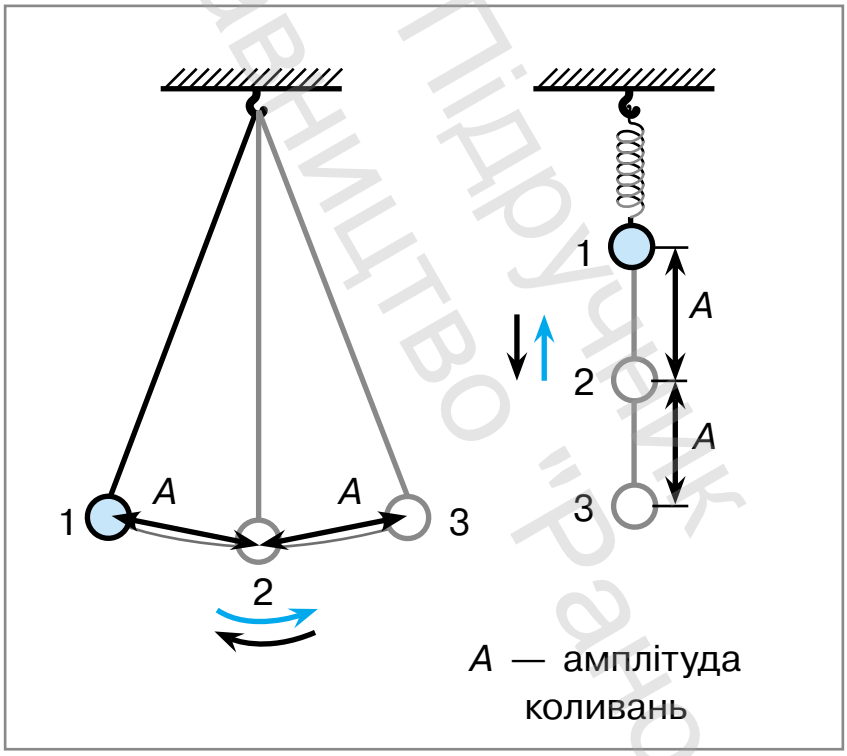


Рис. 14.4. Рух кульки від положення 1 до положення 3 (через положення рівноваги 2), а потім знову до положення 1 — це одне коливання

Підручник "Ранок" Видавництво

3. Період і частота коливань

Коливальний рух є періодичним рухом, тому він характеризується такими фізичними величинами, як *період коливань* і *частота коливань.*

Період коливань — це фізична величина, що дорівнює часу, за який відбувається одне коливання.

Період коливань позначають символом T і визначають за формулою:

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

де t — час спостереження; N — кількість коливань за цей час.

Одиниця періоду коливань в СІ — **секунда:** $[T] = \text{с}$.

Дослідження

Що знадобиться: мобільний телефон; турнік або подібне обладнання; допомога асистента.

Перетворіться на «людину-маятник» та продемонструйте коливальний процес. Дотримуйтеся правил безпеки. Спробуйте змінити параметри коливань. Зробіть звіт про дослідження. Визначте періоди коливань для різних випадків. Результати проаналізуйте.

Частота коливань — це фізична величина, яка дорівнює кількості коливань за одиницю часу.

Видавництво "Ранок" Підручник

Частоту коливань позначають символом ν («ню») й обчислюють за формулою:

$$\nu = \frac{N}{t}$$

Одиниця частоти коливань в СІ — **герц** (названа на честь *Г. Герца* (рис. 14.5)). *Якщо тіло за одну секунду робить одне коливання, то частота його коливань дорівнює одному герцу:* $1\ Гц = \frac{1}{с}$.

Частота ν і період T коливань є взаємно оберненими величинами:

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Маятники мають дуже важливу властивість: *якщо амплітуда коливань маятника набагато менша від його довжини, то частота і період коливань маятника не залежать від амплітуди.*

Цю властивість *малих коливань* відкрив *Ґалілео Ґалілей**, і саме її покладено в основу роботи механічних годинників.

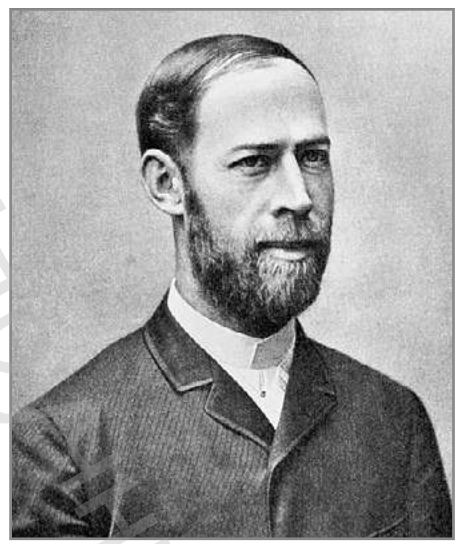


Рис. 14.5. Генріх Герц (1857–1894) — видатний німецький фізик, один із засновників теорії електромагнітних коливань

* Ґ. Ґалілей зробив це відкриття, спостерігаючи в храмі коливання лампади, підвішеної на ланцюзі, і порівнюючи їх частоту із частотою биття власного пульсу.

Видавництво «Ранок» Підручник

4. Які коливання називають незатухаючими?

Виведемо гойдалку зі стану рівноваги та відпустимо. Гойдалка почне коливатися. Такі коливання називають **вільними**.

Якщо на гойдалку не впливати, за деякий час амплітуда її коливань помітно зменшиться, а згодом коливання припиняться зовсім.

Коливання, амплітуда яких із часом зменшується, називають **затухаючими коливаннями**.

Вільні коливання завжди є затухаючими. Затухають із плином часу вільні коливання била дзвона, струни гітари, гілки дерева...

Незатухаючі коливання — це коливання, амплітуда яких не змінюється із часом.

Незатухаючі коливання здійснює, наприклад, голка швацької машинки, доки працює її механізм (рис. 14.6).

Рис. 14.6. Коливання голки швацької машинки — приклад незатухаючих коливань

Що слід зробити, щоб амплітуда коливань гойдалки із часом не зменшувалася, тобто щоб її коливання були незатухаючими?

Видавництво "Ранок"

Підбиваємо підсумки

Коливальний рух *(коливання)* є періодичним рухом. Розрізняють затухаючі та незатухаючі коливання.

Частота ν **коливань** — це фізична величина, яка дорівнює кількості коливань за одиницю часу; $[\nu] = 1/\text{с}$

$$\nu = \frac{N}{t}$$

t — час спостереження
N — кількість коливань за час t

Амплітуда A **коливань** — це фізична величина, що дорівнює максимальній відстані, на яку тіло відхиляється від положення рівноваги під час коливань; $[A] = \text{м}$

Період T **коливань** — це фізична величина, що дорівнює часу, за який відбувається одне коливання; $[T] = \text{с}$

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

Частота й період коливань є *взаємно оберненими величинами:*

$$\nu = \frac{1}{T}$$

Контрольні запитання

1. Чому коливальний рух є періодичним? **2.** Наведіть приклади коливань. **3.** Наведіть приклади маятників. **4.** Дайте означення амплітуди, періоду, частоти коливань. У яких одиницях вимірюють ці фізичні величини? **5.** Яка залежність пов'язує між собою частоту і період коливань? **6.** Які коливання називають затухаючими? незатухаючими?

Електронний підручник Видавництво "Ранок"

Вправа № 14

1. Під час коливань тіло рухається від крайнього лівого положення до крайнього правого. Відстань між цими двома положеннями становить 4 см. Визначте амплітуду коливань тіла.

2. За хвилину маятник здійснив 30 коливань. Визначте період коливань маятника.

3. Період коливань дорівнює 0,5 с. Визначте частоту коливань.

4. Скільки коливань здійснить тіло за 2 хв, якщо частота його коливань становить 4 Гц?

5. Наведіть приклади коливальних рухів, які не згадано в параграфі. З'ясуйте, які це коливання: затухаючі або незатухаючі.

6. Поплавок, що коливається на воді, піднімається та опускається 2 рази за 3 с. Який шлях долає поплавок за хвилину, якщо відстань між його крайніми положеннями становить 5 см?

7. «Котра година?» — це питання ставлять протягом століть. Щоб відповісти на нього, існувало й зараз існує багато пристроїв. Один із них — маятниковий годинник. Дізнайтеся про історію його створення та підготуйте повідомлення.

Видавництво "Ранок" Електронний підручник

Ключові терміни

Коливання; маятник; амплітуда коливань; період коливань; частота коливань

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

rnk.com.ua/106643

Тема. Дослідження коливань нитяного маятника.

Мета: переконатися на досліді, що період коливань нитяного маятника не залежить від маси тягарця й амплітуди коливань, проте залежить від довжини нитки.

Обладнання: дві невеличкі важкі кульки різних мас; дві міцні нерозтяжні нитки завдовжки 1,1 м; лінійка (мірна стрічка); штатив із муфтою та кільцем; секундомір.

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, переконайтеся, що ви знаєте відповіді на такі запитання.

1) Що називають амплітудою коливань?
2) За якою формулою можна обчислити період коливань?

2. Закріпіть кульки на нитках так, щоб довжина отриманих маятників дорівнювала 1 м.

Видавництво "Ранок"

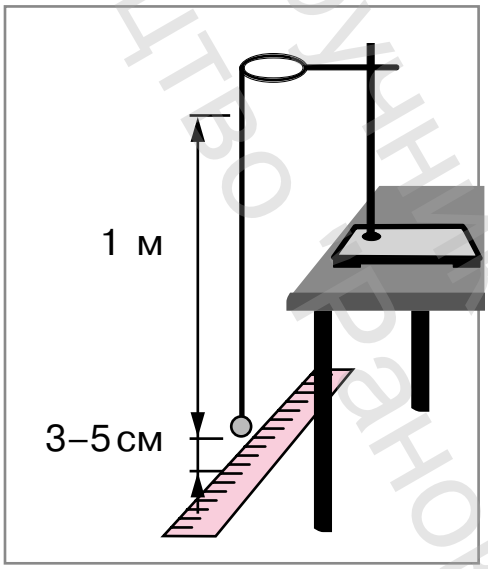
Експеримент.
Опрацювання результатів експерименту

Дотримуйтесь інструкції з безпеки.

1. Установіть на краю стола штатив. Біля його верхнього кінця закріпіть кільце й підвісьте до нього на нитці кульку меншої маси так, як показано на рисунку.

2. *Дослідіть залежність періоду коливань маятника від його амплітуди.*

1) *(Дослід 1)* Відхиливши маятник на відстань 2–3 см від положення рівноваги та відпустивши, вимірюйте час, за який маятник виконає 20 коливань. Визначте період коливань.



2) *(Дослід 2)* Повторіть дослід 1, збільшивши амплітуду коливань до 5–6 см.

Видавництво "Ранок"

3) Результати вимірювань і обчислень занесіть до табл. 1.

Таблиця 1

Номер досліду	Довжина нитки l, м	Амплітуда коливань A, м	Число коливань N	Час коливань t, с	Період коливань T, с
1	1				
2	1				

3. *Дослідіть залежність періоду коливань маятника від його маси.*

1) Перенесіть із табл. 1 до табл. 2 результати досліду 1. Занесіть до табл. 2 маси кульок.
2) *(Дослід 3)* Повторіть дослід 1 для маятника більшої маси. *Зверніть увагу:* довжини маятників мають бути однаковими.
3) Результати вимірювань і обчислень занесіть до табл. 2.

Таблиця 2

Номер досліду	Довжина нитки l, м	Маса кульки m, кг	Число коливань N	Час коливань t, с	Період коливань T, с
1	1				
3	1				

Підручник видавництва "Ранок"

4. *Дослідіть залежність періоду коливань маятника від його довжини.*

1) Перенесіть із табл. 1 до табл. 3 результати досліду 1.
2) *(Дослід 4)* Повторіть дослід 1, зменшивши довжину маятника до 25 см.
3) Результати вимірювань і обчислень занесіть до табл. 3.

Таблиця 3

Номер досліду	Довжина нитки l, м	Число коливань N	Час коливань t, с	Період коливань T, с
1	1			
4	0,25			

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізувавши результати, зробіть висновок, у якому зазначте: 1) які величини ви навчилися вимірювати; 2) які чинники вплинули на точність одержаних результатів; 3) чи залежить період коливань маятника від амплітуди коливань, маси тягарця, довжини маятника.

Творче завдання

Не виконуючи вимірювань, визначте період коливань маятника довжиною 4 м, амплітуда коливань якого становить 10 см, а маса дорівнює 300 г. Відповідь обґрунтуйте.

Підручник видавництва «Ранок»

ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ 2
Частина 2
«Рівномірний рух по колу. Коливальний рух»

Ви вивчали *рух по колу, коливальний рух* та їхні характеристики.

Форма траєкторії	Фізичні величини, які характеризують періодичний рух		
	період T $[T]=\text{с}$	частота n або ν $[n]=\text{об/с}$; $[\nu]=\text{Гц}$	шлях l за час, що дорівнює періоду $[l]=\text{м}$
Рівномірний рух по колу			
Коло	$T=\frac{t}{N}$, $T=\frac{1}{n}$	$n=\frac{N}{t}$, $n=\frac{1}{T}$	$l=2\pi R$, де R — радіус кола
Коливальний рух			
Відрізок прямої, дуга кола	$T=\frac{t}{N}$, $T=\frac{1}{n}$	$\nu=\frac{N}{t}$, $\nu=\frac{1}{T}$	$l=4A$, де A — амплітуда коливань

Видавництво "Ранок" Підручник

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Частина 2 «Рівномірний рух по колу. Коливальний рух»

rnk.com.ua/106654

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. *(1 бал)* Обертова частота — це фізична величина, яка чисельно дорівнює:

а) часу одного оберту;
б) кількості обертів за одиницю часу;
в) кількості обертів за весь час руху;
г) часу, за який тіло здійснює 10 обертів.

2. *(1 бал)* Період малих коливань нитяного маятника:

а) залежить від довжини нитки;
б) залежить від маси тягарця;
в) залежить від амплітуди коливань;
г) не залежить від земного тяжіння.

3. *(1 бал)* Скільки повних обертів робить секундна стрілка годинника протягом уроку (45 хв)?

а) 45;
б) 60;
в) 2700;
г) 4500.

4. *(2 бали)* Гвинт гелікоптера за 0,5 хв здійснює 600 обертів. Чому дорівнює період обертання гвинта?

а) 0,8 мс;
б) 50 мс;
в) 5 с;
г) 2 хв.

ВИДАВНИЦТВО РАНОК

5. *(2 бали)* Частота коливань нитяного маятника дорівнює 2 Гц. Скільки коливань здійснює цей маятник за 1 хв?

а) 0,5;
б) 2;
в) 30;
г) 120.

6. *(2 бали)* За 5 хв відбулося 150 повних коливань маятника. Період коливань дорівнює:

а) 0,03 с;
б) 0,5 с;
в) 2 с;
г) 30 с.

7. *(3 бали)* Коли підвішений на пружині тягарець коливається у вертикальному напрямку, його висота над столом змінюється від 5 до 15 см. За хвилину тягарець проходить шлях, що дорівнює 6 м. Визначте частоту коливань, вважаючи їх незатухаючими.

Звірте ваші відповіді на завдання з наведеними наприкінці підручника. У завданнях, які ви виконали правильно, полічіть суму балів. Одержане число відповідатиме рівню ваших навчальних досягнень.

Видавництво "Ранок"

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ

1. Сучасні прилади для вимірювання часу.
2. Історія виникнення юліанського та григоріанського календарів.
3. Обертальний рух у природі й техніці.
4. Роль маятника у вивченні фізичних властивостей Землі.
5. Оглядове колесо: історія рекордів.
6. Центрифуги для тренування пілотів і космонавтів.
7. П'ять цікавих фактів про Місяць.

ТЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Дослідження залежності періоду коливань пружного маятника від маси вантажу.
2. Дослідження різних видів механічних передач: зубчастої, рейкової тощо.

ТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

1. Коливальні процеси в техніці та в живій і неживій природі.
2. Спектр обертових частот побутових пристроїв.

Підручник Видавництво "Ранок"

Розділ 3

Взаємодія тіл. Сили в природі

Частина 1. «Явище інерції. Інертність і маса тіла. Густина речовини»

- Ви знаєте, що куля для боулінгу почне рухатися, якщо її штовхнути, а дізнаєтеся, за яких умов вона рухатиметься з незмінною швидкістю
- Ви знаєте, що не можна перебігати дорогу перед автівкою, що рухається, а дізнаєтеся, через яку властивість тіла ця дія є вкрай небезпечною
- Ви знаєте, що масу тіла вимірюють вагами, а дізнаєтеся, як виміряти масу тіл, які взагалі неможливо покласти на ваги

Електронний варіант видавництва "Ранок"

§ 15. ЯВИЩЕ ІНЕРЦІЇ

Автомобіль мчить трасою, у небі літає птах, куля для боулінгу котиться доріжкою… Завдяки чому триває кожен із цих рухів? Чи існує якась причина їх виникнення? Чи потрібне взагалі щось, щоб підтримувати рух? Спробуємо відповісти на ці запитання.

1. Чи завжди дія є взаємодією?

У повсякденному житті ми постійно маємо справу з різними видами дії одних тіл на інші. Щоб відчинити двері, ми діємо на них рукою; завдяки дії ноги м'яч летить у ворота; сідаючи на стілець, ми також діємо на нього.

Водночас, відчиняючи двері, ми відчуваємо їхню дію на руку; дія м'яча на ногу особливо відчутна, якщо ми граємо у футбол босоніж; дія стільця не дозволяє нам

Підручник Видавництво Ранок

упасти на підлогу. **Дія завжди є взаємодією:** *якщо одне тіло діє на друге, то й друге тіло діє на перше* (рис. 15.1).

Рис. 15.1. Приклади взаємодії тіл

Підручник Давнищенко Ранок

Дослідження

Що знадобиться: два скейти; мотузка.

Стоячи з другом / подругою на скейтах, потягніть за мотузку, яку він / вона триматиме в руках. Хто з вас почне рухатися? Прокоментуйте результат досліду. *Дотримуйтеся правил безпеки!*

2. За яких умов тіло перебуває у стані спокою?

М'яч на підлозі або люстра, підвішена до стелі, перебувають у стані спокою (рис. 15.2). Але стан спокою порушиться, якщо «усунути» підлогу або підвіс: під дією притягання Землі тіла відразу почнуть рухатися. А перебувають вони у стані спокою тому, що дія Землі скомпенсована (зрівноважена) дією інших тіл.

Тіло перебуває у стані спокою, якщо дії на нього інших тіл скомпенсовані.

Рис. 15.2. Тіла перебувають у стані спокою: а — м'яч на підлозі; б — люстра на підвісі

3. За яких умов тіло рухається рівномірно прямолінійно?

Розмірковуючи про причини руху тіл, давньогрецький філософ і вчений *Аристотель* дійшов начебто правильного з погляду життєвого досвіду висновку: для підтримування руху тіла потрібна безперервна дія на нього інших тіл (рис. 15.3). Але в XVI ст. *Ґалілео Ґалілей*

Видавництво "Ранок" Підручник

довів хибність цього висновку, здійснивши досліди зі скочуванням кульок похилим жолобом (рис. 15.4).

Коли кулька скочується жолобом униз, вона набирає швидкість; коли закочується вгору, сповільнює свій рух. Ґалілей поставив запитання: «Як буде рухатися кулька горизонтальним гладеньким жолобом, коли руху нічого не заважатиме?». Учений дійшов висновку: кулька рухатиметься з незмінною швидкістю як завгодно довго.

Чи знаєте ви, що...

Експеримент, який проводять у вигляді міркувань, називають *уявним*. Уявні експерименти дають змогу обґрунтовувати здогадки, що потім підтверджуються або спростовуються подальшими реальними експериментами. Як ви вважаєте, яка частина дослідження Ґалілея була уявним експериментом?

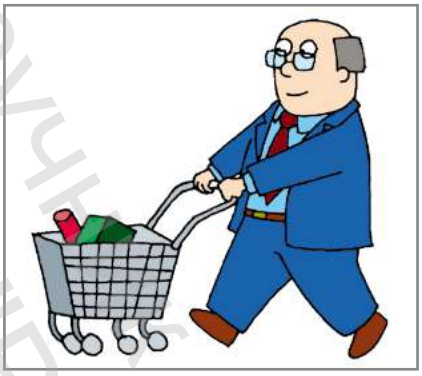


Рис. 15.3. Із життєвого досвіду знаємо: щоб візок рухався з незмінною швидкістю, хтось має його штовхати

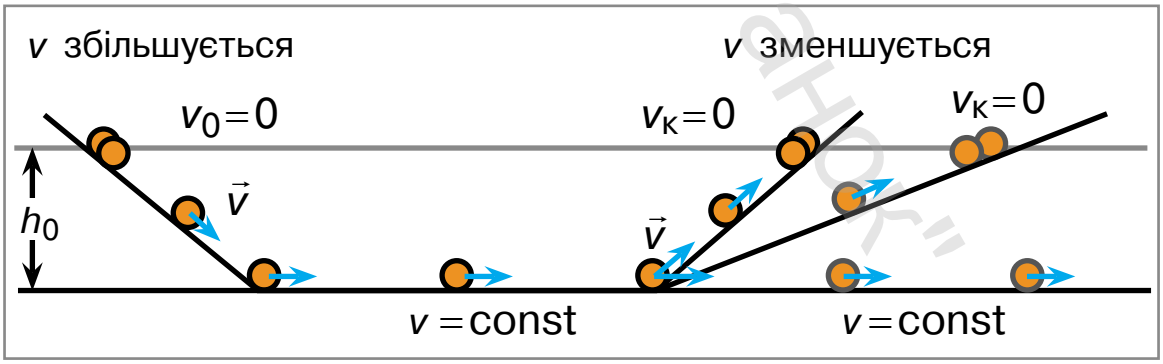


Рис. 15.4. Дослідження Ґалілея (v_0, $v_к$ — початкова й кінцева швидкості руху)

ВИДАВНИЦТВО "РАНОК" ПІДРУЧНИК

Здійснимо уявний експеримент і ми. Уявімо хлопчика, який мчить довжелезною горизонтальною ковзанкою (рис. 15.5). Якщо його ніхто не штовхає і не тягне, то врешті-решт він має зупинитися. При цьому відстань, яку долає хлопчик, буде залежати від зовнішніх умов. Якщо, наприклад, на льоду є намерзлий сніг, то хлопчик подолає лише 1–2 м; якщо лід гладенький, не є межею і 5 м; якщо хлопчик стане на ковзани, він може «пролетіти» й 30 метрів.

Рис. 15.5. Чи зупиниться хлопчик, якщо ніщо не заважатиме його рухові?

Міркуємо далі. Уявімо, що «гальмування» немає зовсім. У цьому випадку уявний хлопчик ковзатиме *з незмінною швидкістю* уявною ковзанкою *як завгодно довго*. При цьому дія Землі та дія ковзанки (опори) зрівноважують (компенсують) одна одну.

Умова руху тіла з незмінною швидкістю відома в механіці як закон інерції:

> Тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою лише тоді, коли на нього не діють інші тіла або дії інших тіл скомпенсовані.

Підручник видавництва «Ранок»

4. Який рух є рухом за інерцією?

Фізичне явище зберігання тілом стану спокою або рівномірного прямолінійного руху називають *інерцією* (від латин. *inertia* — нерухомість, бездіяльність).

Інерція — це явище зберігання швидкості руху тіла за відсутності або скомпенсованості дії на нього інших тіл.

У фізиці *рух тіла за ідеальних умов (коли на тіло зовсім не діють інші тіла)* називають **рухом за інерцією**.

У реальності неможливо створити умови, за яких дія інших тіл відсутня. Тому в повсякденні рухом за інерцією вважають випадки, коли дія на тіло інших тіл є доволі слабкою і до помітної зміни швидкості свого руху тіло проходить значний шлях (рис. 15.6).

Рис. 15.6. Ковзання шайби по льоду після удару ключкою можна вважати рухом за інерцією

Рухаючись на велосипеді, ви припинили тиснути на педалі. Чому за деякий час ви зупинитеся? А чи обов'язково ви зупинитеся? Якщо ні, то чому?

Підручник видавництва "Ранок"

5. Як рухається тіло, якщо дії на нього інших тіл не скомпенсовані?

Як, на вашу думку, рухатиметься більярдна куля, на яку налітає інша куля, причому її удар нічим не компенсується? Як буде рухатися тягарець, що висить на нитці, якщо нитку перерізати? У цих та багатьох інших випадках *тіла змінюють швидкість свого руху*: більярдна куля полетить убік (рис. 15.7); тягарець почне падати.

Тож зробимо висновок: *якщо дії на тіло інших тіл не скомпенсовані, то тіло змінює швидкість свого руху за значенням чи напрямком або одночасно за значенням і напрямком*.

Рис. 15.7. Більярдні кулі внаслідок зіткнення змінюють швидкості свого руху як за значенням, так і за напрямком

А як насправді?

Мабуть, вам доводилося чути фрази: «Вершник за інерцією перелетів через голову коня, коли той спіткнувся»; «Він так розігнався, що не зміг одразу зупинитися й пробіг ще кілька кроків за інерцією»; «Автомобіль із вимкненим двигуном проїхав за інерцією 10 метрів». А чи справді описані рухи є рухами за інерцією?

Електронний підручник Ранок

Підбиваємо підсумки

Дії відсутні — тіло рухається рівномірно.
Дії скомпенсовані — тіло не рухається.
Дії скомпенсовані — тіло рухається рівномірно.

Закон інерції

Тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою лише тоді, коли на нього не діють інші тіла або дії інших тіл скомпенсовані.

Інерція — це явище зберігання швидкості руху тіла за відсутності або скомпенсованості дії на нього інших тіл.

Якщо дії на тіло інших тіл не скомпенсовані, то тіло змінює швидкість свого руху за значенням чи напрямком або за значенням і напрямком одночасно.

Контрольні запитання

1. Доведіть на прикладах, що тіла завжди взаємодіють, тобто якщо є дія, то є і протидія. **2.** За яких умов тіло перебуває у стані спокою? Наведіть приклади. **3.** За яких умов тіло рухається рівномірно прямолінійно? **4.** Як рухається тіло, якщо на нього не діють інші тіла? **5.** Сформулюйте закон інерції. **6.** Дайте означення інерції. **7.** Наведіть приклад руху за інерцією.

Вправа № 15

◆ **1.** Ви сидите на стільці. Як і стілець, ви перебуваєте у стані спокою відносно Землі. Які тіла діють на стілець? на вас? Що ви можете сказати про ці дії?

2. Наведіть приклади нерухомих тіл. Які тіла діють на кожне з них? У якому напрямку? Що ви можете сказати про ці дії?

3. Повітряна бульбашка спливає в озері з незмінною швидкістю. Що діє на бульбашку? Чи будуть ці дії скомпенсованими?

4. За яких умов візок (див. рис. 15.3) рухається рівномірно прямолінійно? збільшує швидкість руху? зменшує швидкість руху?

5. Чи можна рух більярдної кульки після удару вважати рухом за інерцією? Поясніть свою думку.

6. Наведіть приклади руху за інерцією з реального життя.

7. Подайте: 1) у кілограмах: а) 5,3 т; б) 0,25 т; в) 4700 г; г) 150 ц; 2) у грамах: а) 5 кг 230 г; б) 270 г 840 мг; в) 56 г 91 мг.

8. У космічному просторі немає від чого відштовхнутись, але космічні ракети успішно там літають, змінюючи швидкість свого руху. Від чого «відштовхуються» ракети, щоб змінити швидкість свого руху?

9. Складіть короткий твір на тему «Мій досвід, який підтверджує взаємодію тіл». Оформте твір на окремому аркуші, додавши зображення.

Підручник Видавництво «Ранок»

Ключові терміни

Взаємодія; інерція; скомпенсовані дії; рух за інерцією

Фізика і техніка в Україні

МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ БОГОЛЮБОВ (1909–1992) — видатний фізик і математик XX ст., академік, засновник наукових шкіл з нелінійної механіки та теоретичної фізики. М. М. Боголюбов був засновником і директором Інституту теоретичної фізики АН України (Київ). Цей інститут зараз носить його ім'я. У Національній академії наук України засновано премію імені М. М. Боголюбова.

Електронний підручник Видавництво "Ранок"

§ 16. ІНЕРТНІСТЬ ТІЛА. МАСА

Згадайте: на зупинці ви заходите в автобус. Усі місця зайняті, деякі пасажири стоять. Двері зачиняються, автобус різко починає рух, і ви мусите докласти зусиль, щоб не впасти. Наступна зупинка — ви знову змушені чіплятися за поручні, адже автобус зупинився надто різко. Чому щось «штовхає» вас уперед чи назад?

1. Що таке інертність?

Згадайте мить під час гри у «квача», коли вам потрібно різко змінити напрямок або швидкість свого руху. Чи виходить у вас зробити це миттєво? Звичайно ж ні! Ви змушені за когось чіплятися, робити кілька зайвих кроків, витрачати час на розгін тощо.

Під час гри з м'ячем вам здається, що м'яч, ударившись об підлогу, в ту саму мить відскакує від неї.

Підручник видавництва "Ранок"

Але це не так: удар м'яча об підлогу триває деякий час (рис. 16.1).

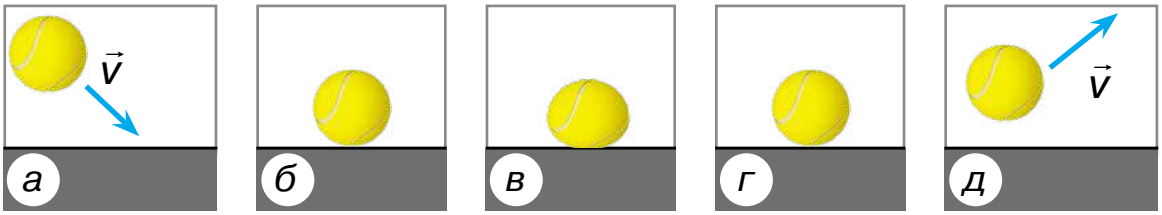


Рис. 16.1. Послідовні стадії удару м'яча об гладеньку поверхню: після того як м'яч, рухаючись із певною швидкістю *(а)*, торкнувся підлоги *(б)*, він сплющується, зупиняючись *(в)*, потім набуває звичайної форми, поступово набираючи швидкість *(г)*, а вже потім відскакує від підлоги *(д)*

Жодне тіло не може змінити швидкість свого руху миттєво. Кажуть, що всі тіла «чинять опір» зміні швидкості свого руху. У фізиці таку властивість тіл називають *інертністю*. При цьому чим важчий м'яч, тим довше триває удар.

Інертність — властивість тіла, яка полягає в тому, що для зміни швидкості руху тіла внаслідок взаємодії потрібен час.

Дослідження

Розгляньте рис. 1 і 2 та проведіть відповідні досліди.

1. Чому кубики падають із візка (рис. 1)? Чи не нагадує вам цей дослід різку зупинку автобуса?

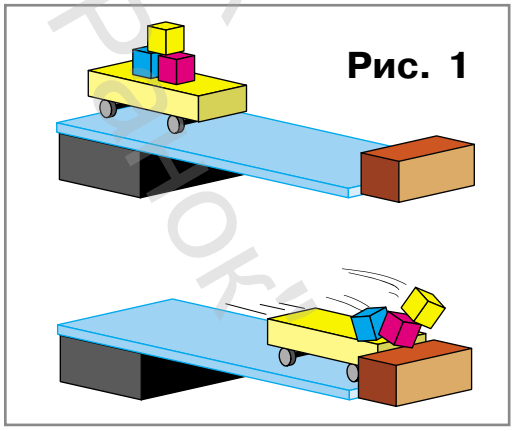


Рис. 1

Підручник видавництва "Ранок"

2. Чому, коли нижню нитку тягнемо повільно, рветься верхня нитка, а якщо різко смикаємо, то рветься нижня (рис. 2)?

Рис. 2

2. Даємо означення маси тіла

Унаслідок тієї самої дії одні тіла змінюють швидкість свого руху досить швидко, інші — повільніше. Наприклад, щоб за допомогою весел надати певної швидкості легкій байдарці, потрібно набагато менше часу, ніж для надання тієї самої швидкості важкому човну. У такому випадку кажуть, що *човен інертніший за байдарку*.

Інертність тіл характеризується фізичною величиною — *масою*. Чим більша маса тіла, тим більше часу потрібно для зміни швидкості його руху внаслідок тієї самої дії.

Маса тіла — це фізична величина, яка є мірою інертності тіла.

Масу тіла позначають символом m. *Одиниця маси в СІ* — **кілограм**:

$$[m] = \text{кг}.$$

Підручник-видавництво

А чи існують інші одиниці маси? Наведіть приклади таких одиниць. Дізнайтеся, звідки вони походять, у яких країнах їх використовують (використовували).

Окрім кілограма використовують такі одиниці маси, як *тонна* (т), *центнер* (ц), *грам* (г), *міліграм* (мг):

$$1\ т = 1000\ кг;\ 1\ ц = 100\ кг;$$
$$1\ г = 0{,}001\ кг;\ 1\ мг = 0{,}000\ 001\ кг$$

3. Як виміряти масу тіла?

Окрім інертності будь-яке фізичне тіло має також властивість притягатися до інших тіл завдяки *гравітаційній взаємодії*.

Саме *на гравітаційній властивості тіл базується найпоширеніший спосіб вимірювання маси — зважування* (рис. 16.2): *чим більша маса тіла, тим сильніше воно притягується до Землі* й тому сильніше тисне на шальки терезів або на ваги.

Рис. 16.2. Зважування — найдавніший і найпоширеніший спосіб вимірювання маси тіл

А як насправді?

Даринка вважає, що масу будь-якого тіла на Землі можна виміряти зважуванням, адже будь-яке тіло незалежно від розмірів притягується до Землі та може тиснути на шальку терезів. Микола вважає, що існують тіла, масу яких не можна виміряти зважуванням. Хто має рацію?

Електронний підручник "Ранок"
Видавництво

4. Чи завжди ми вимірюємо масу тіла зважуванням?

Завдання. Розгляньте таблицю, у якій наведено маси деяких тіл у мікро-, макро- та мегасвіті. Чому дорівнює маса Землі? маса Сонця? маса атома? маса кита? Чи можна масу кожного із цих тіл виміряти зважуванням?

Тіло	Маса, кг
Електрон	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$
Атом	$\sim 10^{-25}$
Молекула ДНК	$2{,}4 \cdot 10^{-22}$
Комаха	$\sim 10^{-4}$
Кит	10^{5}
Планета Земля	$6 \cdot 10^{24}$
Сонце	$2 \cdot 10^{30}$

Не сумніваємося, що ви правильно відповіли на запитання. Тільки два тіла із зазначених можна зважити, хоча це й непросто.

Масу тіла можна також виміряти, ґрунтуючись на інертності тіл. Поставимо на горизонтальну поверхню два візки зі стиснутими пружинами (рис. 16.3, *а*). Розпрямляючись, пружини нададуть візкам певної швидкості. Якщо візки *набудуть однакових швидкостей*, то вони *є однаковими за масою* (рис. 16.3, *б*).

Якщо один із візків, наприклад візок 2, *набуде меншої швидкості,* то він *має більшу масу* (рис. 16.3, *в*). При цьому в скільки разів швидкість руху візка 2 буде меншою від швидкості руху візка 1, у стільки ж разів маса візка 2 більша за масу візка 1:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2},$$

Підручник "Видавництво Ранок"

де m_1 і m_2 — маси візків; v_1 і v_2 — швидкості руху, яких набули візки внаслідок взаємодії.

Якою є маса візка 2 (див. рис. 16.3, *в*), якщо візок 1 масою 3 кг набув утричі більшої швидкості, ніж візок 2?

Одержана рівність дозволяє визначити відношення мас тіл, які взаємодіють, за виміряними швидкостями рухів, яких набувають тіла внаслідок цієї взаємодії. Якщо ж при цьому маса одного з тіл (наприклад, m_1) відома, то можна визначити масу іншого тіла (m_2):

$$m_2 = m_1 \cdot \frac{v_1}{v_2}$$

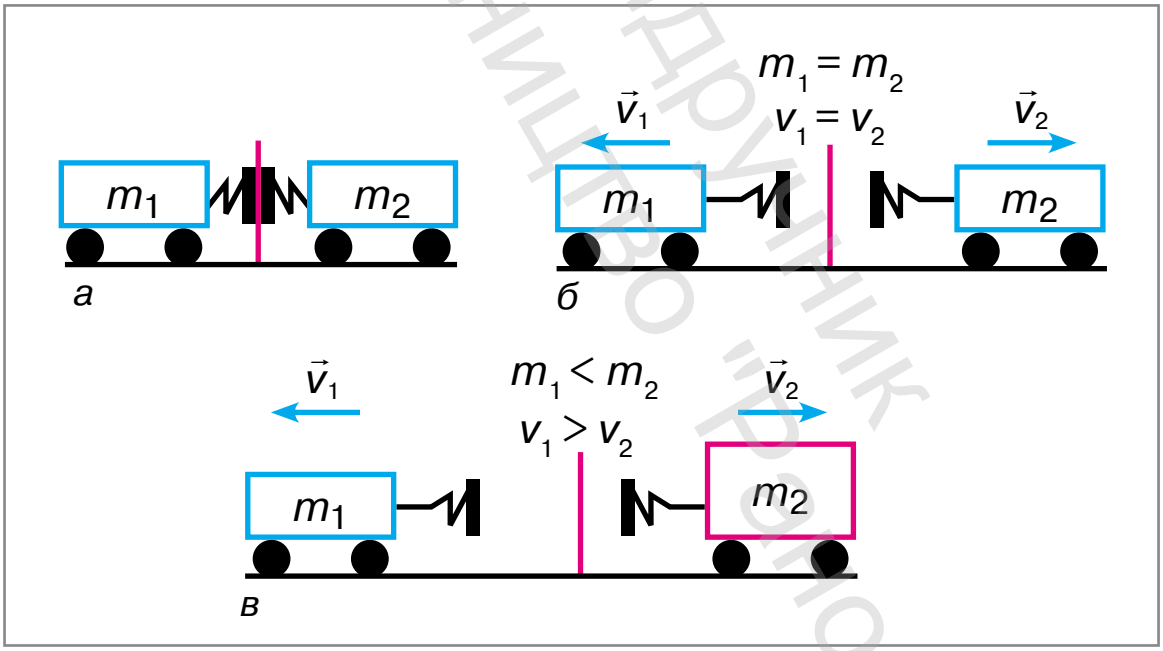


Рис. 16.3. Однакові за масою візки через дію пружин набудуть однакових за значенням швидкостей. Різні за масою візки набудуть різних за значенням швидкостей

Видавництво "Ранок" Підручник

На перший погляд, такий спосіб вимірювання мас не є зручним, але він єдиний, якщо тіла неможливо зважити. У більшості таких випадків у формулу підставляють не набуті тілами швидкості руху, а *зміну швидкості руху* кожного тіла внаслідок взаємодії.

Чи знаєте ви, що...

Кілограм — це одна з основних одиниць СІ, тому для неї існує еталон. Спочатку за еталон кілограма було прийнято 1 л чистої води за температури близько +4 °С. Проте такий еталон був дуже незручним.

У 1880 р. було створено міжнародний еталон кілограма. Він являв собою платино-іридієвий циліндр із однаковими діаметром і висотою — 39 мм. Хоча цей еталон зберігався майже в ідеальних умовах, він потрохи втрачав свою масу через випаровування. Тому із 20 травня 2019 р. одиницю маси визначають за допомогою формули через фізичні сталі.

Підбиваємо підсумки

Інертність тіла — це властивість тіла, яка полягає в тому, що для зміни швидкості руху тіла внаслідок взаємодії потрібен час.

Більш інертне	Менш інертне
Літак	Мікроавтобус
Мікролітражний автомобіль	Велосипед
Мікроавтобус	Мікролітражний автомобіль

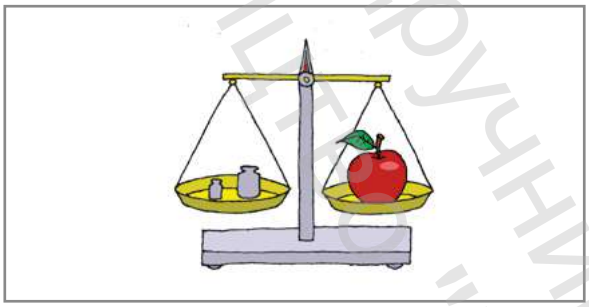
Електронний підручник видавництва "Ранок"

Маса тіла (*m*) — це фізична величина, яка є мірою інертної та гравітаційної властивостей тіла.

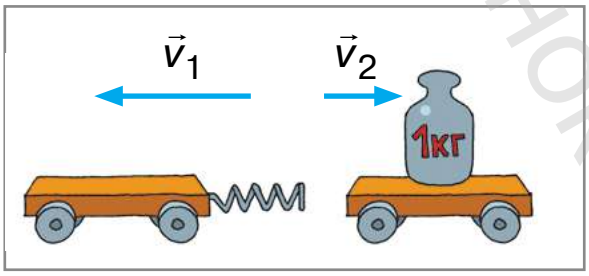
Одиниця маси в СІ — **кілограм (1 кг).**

Способи вимірювання маси

Зважування (маса — міра гравітації; тілá однакової маси однаково притягуються до Землі)



За зміною швидкостей руху тіл унаслідок взаємодії (маса — міра інертності)



Електронний підручник видавництва "Ранок"

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади, які свідчать про те, що для зміни швидкості руху тіла потрібен час. **2.** Дайте означення інертності. **3.** Які властивості тіла характеризуються його масою? **4.** Назвіть одиницю маси в СІ. **5.** Назвіть способи вимірювання маси тіла. На якій властивості тіла ґрунтується кожен спосіб?

Вправа № 16

1. Водій автобуса повернув праворуч. У який бік відхиляться пасажири автобуса?

2. Маса склянки із соком — 340 г 270 мг. Визначте масу соку, якщо маса порожньої склянки — 150 г 530 мг.

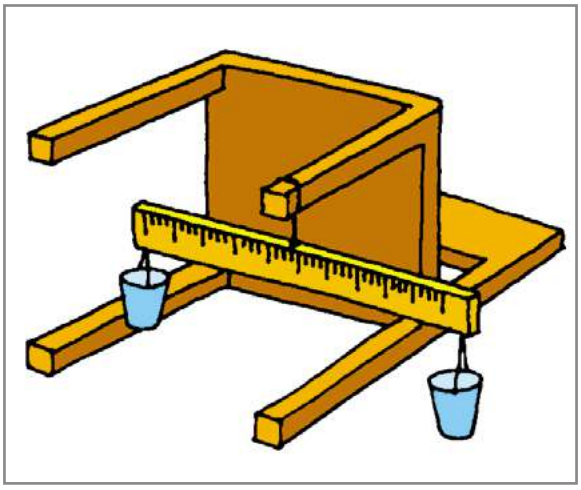
3. Дорожньо-транспортні пригоди часто відбуваються з вини пішоходів. Які міркування ви навели б, щоб переконати товаришів дотримуватися правил дорожнього руху?

4. Згадайте про чищення ковдр двома способами: вибиванням і витрушуванням різкими змахами. На якій властивості тіл базуються ці способи? Чим вони різняться з точки зору фізики?

5. Виберіть для всіх учнів і учениць класу кілька груп тварин (птахи, риби, комахи, ссавці тощо) і підготуйте повідомлення про «рекордсменів» за масою серед вибраних груп.

Підручник є власністю держави

Експериментальне завдання



«Терези власноруч». Зробіть терези, використавши стілець, учнівську лінійку, два пластикові стаканчики, нитки. За важки візьміть різні монети (їх маси подано в таблиці). За допомогою отриманих терезів визначте масу кількох невеликих тіл.

Номінал монети	10 к.	50 к.	1 грн	2 грн	5 грн	10 грн
Маса монети, г	1,7	4,2	3,3	4,0	5,2	6,4

Ключові терміни

Інертність; міра інертності; маса; еталон; зважування

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

rnk.com.ua/106656

Тема. Вимірювання мас тіл.

Мета: навчитися працювати з важільними терезами та визначати за їхньою допомогою маси тіл.

Обладнання: важільні терези; набір важків; два тіла для зважування; дві однакові склянки: одна порожня, інша — з водою.

Підручник видавництво "Ранок"

Вказівки до роботи

Підготовка до експерименту

Прочитайте ***правила зважування.***

ПРАВИЛА ЗВАЖУВАННЯ

1. Зрівноважте терези, поклавши на легшу шальку клаптики паперу.
2. Покладіть зважуване тіло на шальку терезів.
3. Зрівноважте терези, виймаючи пінцетом важки з футляра та поступово додаючи їх на іншу шальку терезів.
4. Визначте загальну масу важків на шальці; за допомогою пінцета поверніть важки у футляр.

Нагадуємо! На шальки терезів не можна класти брудні тіла, наливати рідини; порошки слід насипати на аркуш, зрівноваживши перед цим терези разом з аркушем.

Експеримент

Дотримуйтесь інструкції з безпеки.

1. Чітко дотримуючись правил зважування, виміряйте масу: а) запропонованих двох тіл; б) порожньої склянки; в) склянки з водою.

Підручник видавництва «Ранок»

2. Результати занесіть до таблиці.

Номер досліду	Зважуване тіло	Набір важків на шальці	Маса тіла m_0, г

Опрацювання результатів експерименту

Визначте масу води в склянці як різницю маси склянки з водою та маси порожньої склянки.

Аналіз експерименту та його результатів

Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину і за допомогою якого приладу ви вимірювали; 2) які чинники вплинули на точність вимірювань; 3) масу якого тіла виміряно з найбільшою точністю.

Творче завдання

Виміряйте масу монетки. Що необхідно зробити, щоб отримати якнайточніший результат?

Підручник видавництво "Ранок"

§ 17. ГУСТИНА. ОДИНИЦІ ГУСТИНИ

Ми часто вживаємо вирази «легкий, мов повітря» або «важкий, як свинець». Але чи знаєте ви, що маса повітря всередині супермаркету становить понад 5000 кг? Підняти вантаж такої маси не подужає і силач. Натомість свинцевий тягарець для вудки легко підніме навіть малюк. Тож наведені вирази є хибними? З'ясуймо.

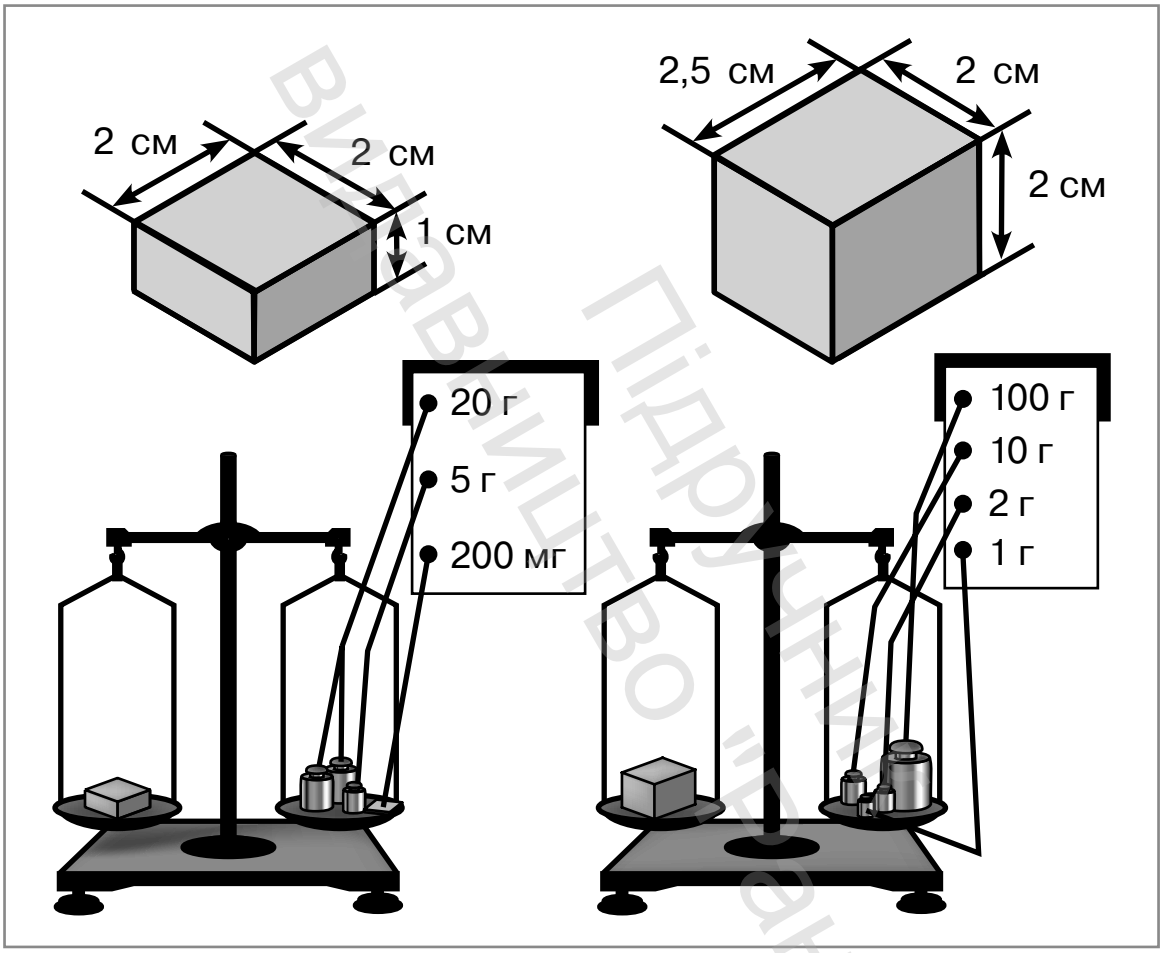
1. Здійснюємо вимірювання та виконуємо розрахунки

Дослідження

На рисунку зображені два суцільні (такі, що не мають порожнин) свинцеві бруски різного об'єму. Ваше завдання — користуючись рисунком, *знайти відношення маси кожного бруска до його об'єму, тобто визначити масу свинцю об'ємом* 1 см^3:

Підручник видавництва Ранок

1) визначте об'єм (V_1 і V_2) і масу (m_1 і m_2) кожного бруска;
2) визначте відношення маси кожного бруска до його об'єму $\left(\frac{m_1}{V_1} \text{ і } \frac{m_2}{V_2}\right)$. Чи однакові результати ви одержали?



Підручник "Видавництво "Ранок"

Сподіваємося, що ви все зробили правильно і для обох брусків одержали однакові результати:

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2} = 11{,}3 \ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Отже, ми встановили, що *маса свинцю об'ємом* 1 см^3 *дорівнює* 11,3 г.

Як ви вважаєте, чи змінився б одержаний результат, якби для експерименту ми взяли свинцеві бруски вдвічі більшої маси? Якщо б змінився, то як і в скільки разів?

2. Як визначити густину речовини?

Ми провели розрахунки для тіл, виготовлених зі свинцю. Якщо взяти суцільні тіла, виготовлені, наприклад, з алюмінію, то знову одержимо рівні результати, але вони відрізнятимуться від результатів попереднього досліду. *Відношення маси тіла до його об'єму — характеристика не тіла, а речовини,* з якої це тіло виготовлено. Цю величину називають *густиною речовини*.

Густина речовини — це фізична величина, яка характеризує речовину й дорівнює відношенню маси суцільного тіла, виготовленого із цієї речовини, до об'єму цього тіла:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

де ρ («ро») — густина речовини; m — маса тіла; V — об'єм тіла (об'єм, зайнятий речовиною).

У СІ одиницею маси є кілограм, а одиницею об'єму — метр кубічний, тому *одиниця густини в СІ* — **кілограм на метр кубічний:**

$$[\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Підручник видавництва "Ранок"

Застосовують також одиницю густини *грам на сантиметр кубічний* (г/см^3):

$$1\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = \frac{1 \cdot 1000\ \text{г}}{100\ \text{см} \cdot 100\ \text{см} \cdot 100\ \text{см}} = 0{,}001\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

$$1\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0{,}001 = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}; \qquad 1\ \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

3. Порівнюємо густини різних речовин

Густини речовин можуть суттєво відрізнятися одна від одної. Саме тому суцільні тіла, однакові за розміром, але виготовлені з різних речовин, будуть мати різну масу (див. рис. 17.1).

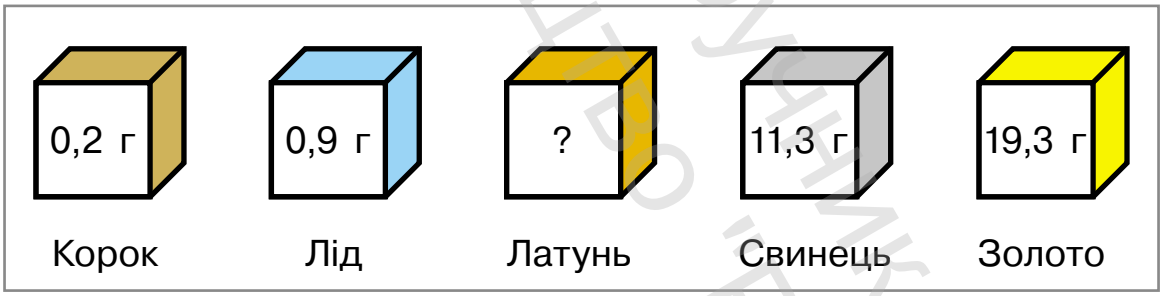


Рис. 17.1. Густини речовин є різними, тому, хоча подані речовини займають однаковий об'єм (1 см^3), їхні маси суттєво різняться

Орієнтуючись на рис. 17.1, дізнайтеся густини корка, льоду та золота. Скориставшись **таблицями густин деяких речовин** (наприкінці підручника), визначте масу кубика об'ємом 1 см^3, виготовленого з латуні.

Підручник видавництва «Ранок»

Результат обчислення густини дозволяє дізнатися, з якої речовини виготовлено тіло. *Для цього досить виміряти масу та об'єм тіла, знайти відношення маси тіла до його об'єму, а потім скористатися таблицею густин.*

Наприклад, густина речовини, з якої виготовлена фігурка сови на рис. 17.2, дорівнює:

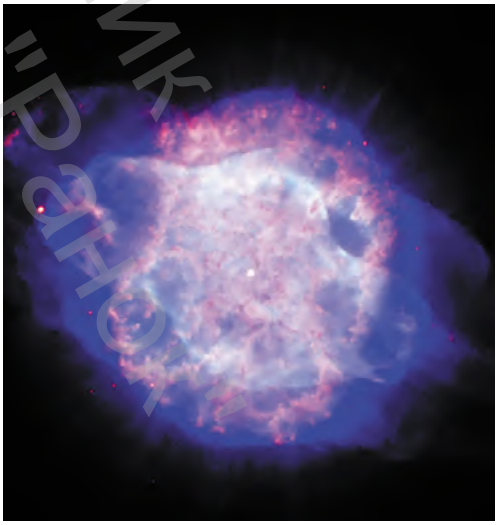
Рис. 17.2. Фігурка сови, найімовірніше, виготовлена з міді

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8{,}9\ \text{кг}}{0{,}001\ \text{м}^3} = 8900\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

За таблицею густин визначаємо, що фігурка може бути виготовлена з міді.

Чи знаєте ви, що...

На нашій планеті найбільшу густину з речовин має осмій. Його густина — 22,6 г/см^3. Але у Всесвіті існують тіла, густина яких значно більша за густину осмію. Йдеться про середню густину нейтронної зорі — 10^{14}–10^{15} г/см^3. Сірникова коробка, наповнена речовиною такої густини, мала б масу понад мільярд тонн.



Підручник видавництва "Ранок"

4. Від яких чинників залежить густина речовини?

Густина залежить від агрегатного стану речовини та її температури.

Якщо речовина змінює свою температуру або агрегатний стан (переходить із твердого стану в рідкий, із рідкого в газоподібний чи навпаки), *маса речовини залишається незмінною,* а от її об'єм змінюється, оскільки змінюється середня відстань між частинками. *Відповідно змінюється й густина.*

Рис. 17.3. Відстань між молекулами газу набагато більша, ніж відстань між молекулами рідини

Так, у разі переходу *з рідкого стану в газоподібний густина речовини зменшується,* оскільки збільшується об'єм, який займає речовина (рис. 17.3).

Зі збільшенням температури середня відстань між частинками речовини збільшується, відповідно збільшується її об'єм, а отже, *зменшується густина речовини.* Зі зменшенням температури — навпаки: густина речовини збільшується.

Чи знаєте ви, що...

Звичайна вода не підпорядковується загальним закономірностям: під час нагрівання від 0 °С до 4 °С її густина збільшується. Густина води має й іншу аномалію: вона більша за густину льоду.

Електронний підручник

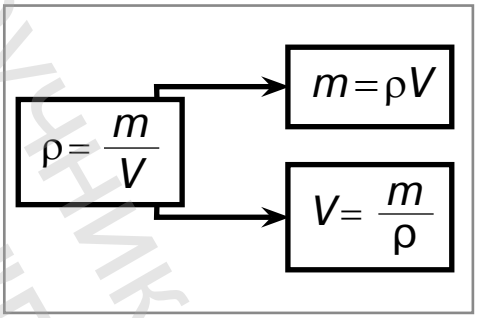
5. Як обчислити масу та об'єм тіла?

У наведених у параграфі прикладах ми розглядали суцільні однорідні тіла, тобто тіла, що не мають порожнин і складаються з однієї речовини. Якщо в тілі є порожнини або воно складається з різних речовин (корабель, футбольний м'яч, людина тощо), то говорять про *середню густину тіла*:

$$\rho_{сер} = \frac{m}{V},$$

де $\rho_{сер}$ — середня густина тіла*; V — об'єм тіла; m — маса тіла.

Знаючи об'єм тіла та його густину (густину речовини, з якої воно виготовлене, або середню густину тіла), можна визначити масу тіла без зважування. Справді, якщо $\rho = \frac{m}{V}$, то $m = \rho V$. Відповідно, якщо відомі маса й густина тіла, то можна визначити його об'єм: $V = \frac{m}{\rho}$.



Дізнайтеся, скільки ви важите, й оцініть об'єм свого тіла, якщо відомо, що *середня густина тіла людини становить близько* 1000 кг/м^3. Поміркуйте, чому слід саме *оцінити*, а не *визначити* точно.

* Далі густину і середню густину речовини позначатимемо одним символом — ρ.

Видавництво "Ранок" Підручник

Підбиваємо підсумки

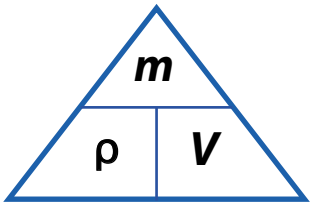
Густина речовини — це фізична величина, яка характеризує певну речовину та дорівнює відношенню маси суцільного тіла, виготовленого із цієї речовини, до об'єму цього тіла.

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad Густина = \frac{Маса}{Об'єм}$$

$$[\rho] = \frac{кг}{м^3}; \; 1\ \frac{г}{см^3} = 1000\ \frac{кг}{м^3}$$

Густина є більшою, коли:

- щільніше розташовані атоми (молекули);
- більша маса атомів (молекул).



Вимірювання густини

Вимірюємо масу: $m = 50$ г

Вимірюємо об'єм: $V = 10\,см^3$

Обчислюємо: $\rho = \frac{m}{V}$; $\rho = \frac{50\ г}{10\,см^3} = 5\ \frac{г}{см^3}$

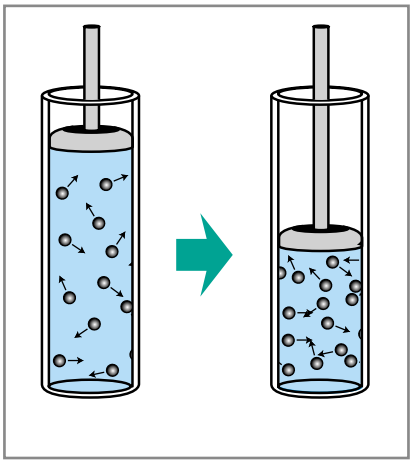
Контрольні запитання

1. Дайте означення густини речовини. **2.** Які вимірювання необхідно здійснити, щоб визначити густину речовини? **3.** Які одиниці густини? **4.** Як подати густину в грамах на сантиметр кубічний (г/см^3), якщо відоме її значення в кілограмах на метр кубічний (кг/м^3)? **5.** Від яких факторів і як залежить густина речовини? **6.** Як обчислити масу тіла за його густиною та об'ємом? **7.** Як визначити об'єм тіла за його густиною та масою?

Підручник відповідає чинній програмі

Вправа № 17

1. У циліндрі під поршнем міститься кисень. Поршень починають опускати (див. рисунок). Як при цьому змінюється: а) маса газу? б) об'єм газу? в) густина газу?



2. Густина платини дорівнює 21 500 кг/м^3. Якою є маса платини об'ємом 1 м^3? об'ємом 1 см^3?

3. Значення якої величини ми насправді порівнюємо, коли говоримо: «легкий, мов повітря», «важкий, як свинець»?

4. У яких випадках маси тіл однакового об'єму будуть рівними?

5. Одна з двох однакових посудин наповнена рідким медом, а інша — олією. Маса якої рідини більша і в скільки разів?

6. Два кубики мають однакову масу. Перший кубик виготовлений з оргскла, другий — із дуба. Об'єм якого кубика є меншим і в скільки разів?

Ключові терміни

Густина речовини; середня густина тіла

Підручник "Видавництво Ранок"

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

rnk.com.ua/106657

Тема. Визначення густин твердого тіла та рідини.

Мета: визначити густини пропонованих твердого тіла та рідини.

Обладнання: терези; лінійка; тверде тіло на нитці; мірна посудина з водою; склянка з досліджуваною рідиною; порожня склянка; паперові серветки.

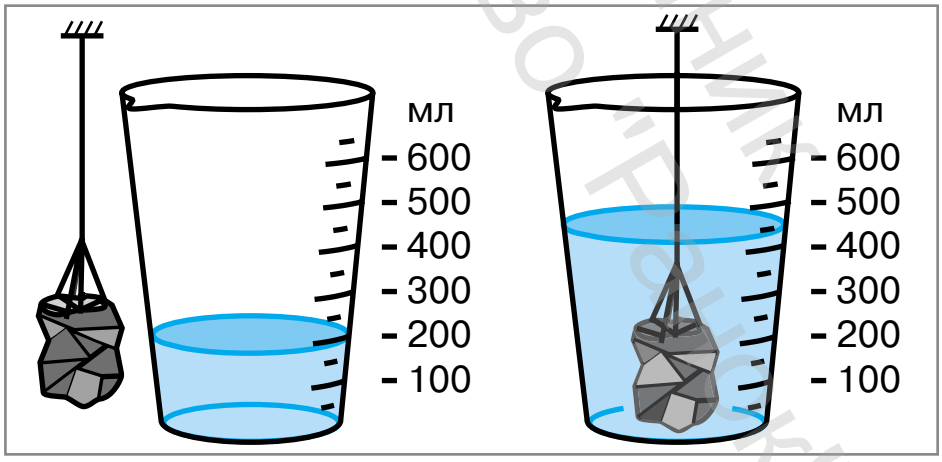
Вказівки до роботи

Експеримент

Дотримуйтесь інструкції з безпеки. Результати вимірювань і обчислень відразу заносьте до таблиці.

1. Виміряйте масу твердого тіла за допомогою терезів.

2. Виміряйте об'єм твердого тіла за допомогою мірної посудини (див. рисунок).



3. Визначте масу та об'єм досліджуваної рідини:

- виміряйте масу склянки з досліджуваною рідиною;

Підручник видавництва "Ранок"

- перелийте рідину в мірну посудину та виміряйте об'єм рідини;
- виміряйте масу порожньої склянки;
- обчисліть масу рідини.

Досліджуване тіло або рідина	Маса m, г	Об'єм V, см^3	Густина ρ		Речовина
			г/см^3	кг/м^3	

Опрацювання результатів експерименту

1. Визначте густину речовини, з якої виготовлено тверде тіло, та досліджуваної рідини.

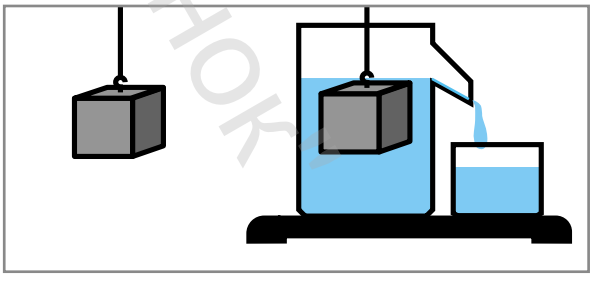
2. Користуючись таблицями густин, визначте речовини, які досліджено.

Аналіз експерименту та його результатів

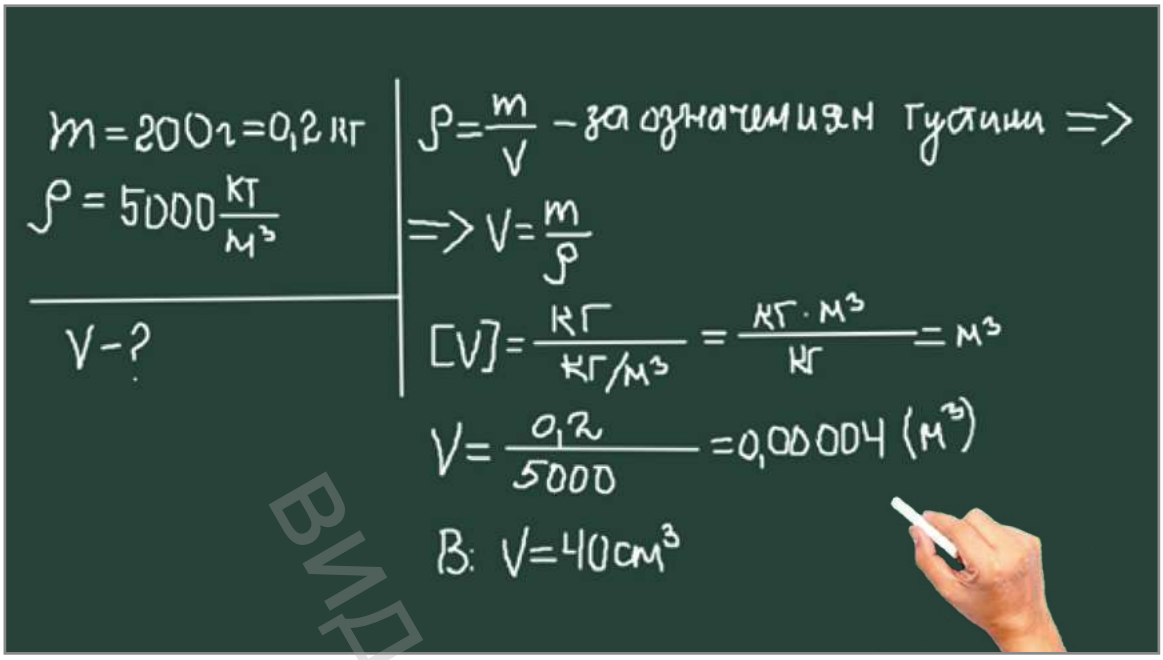
Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) яку фізичну величину та за допомогою яких приладів ви вимірювали; 2) які чинники могли вплинути на точність результатів.

Творче завдання

Запропонуйте способи (теоретичний та експериментальний), за допомогою яких можна знайти масу води, що виллється з відливної посудини (див. рисунок), якщо в неї повільно занурити, наприклад, алюмінієвий кубик.



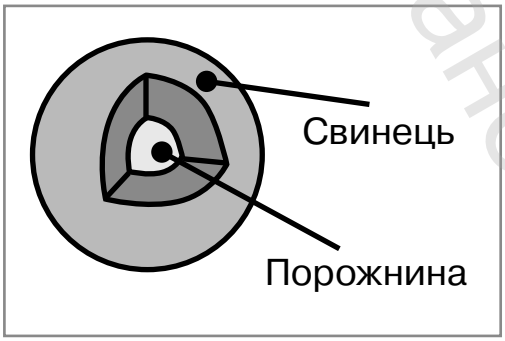
Видавництво "Ранок"



§ 18. УЧИМОСЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ЗАДАЧІ

Нагадаємо, що перед тим, як розв'язувати задачі з фізики, необхідно уважно прочитати умову задачі й усвідомити, про що йдеться. Потім можна розпочинати шукати відповіді. Отже, уважно читаємо, думаємо, розв'язуємо та перевіряємо, чи все зроблено правильно.

■ **Задача 1.** Свинцева куля має об'єм 60 см^3 і масу 0,565 кг. Чи має ця куля порожнину? Якщо так, то визначте об'єм порожнини. ■



Видавництво "Ранок" Підручник

Аналіз фізичної проблеми. Виконаємо рисунок. Якщо об'єм свинцю ($V_{св}$) менший від об'єму кулі ($V_к$), то куля має порожнину, об'єм якої дорівнює: $V_{пор} = V_к - V_{св}$.

Густину свинцю знайдемо в таблиці густин.

У цій задачі краще масу подати в грамах, об'єм — у сантиметрах кубічних, густину — у грамах на сантиметр кубічний.

Дано:

$m_к = m_{св} = 0{,}565$ кг $= 565$ г

$V_к = 60\,см^3$

$\rho_{св} = 11{,}3\ \frac{г}{см^3}$

Знайти:

$V_{пор}$ — ?

Пошук математичної моделі. Розв'язання.

1. Визначимо об'єм свинцю:

$$\rho_{св} = \frac{m_{св}}{V_{св}} \Rightarrow V_{св} = \frac{m_{св}}{\rho_{св}};$$

$$[V_{св}] = \frac{г}{\frac{г}{см^3}} = см^3;$$

$$V_{св} = \frac{565}{11{,}3} = 50\ см^3.$$

Аналіз результатів: $V_к > V_{св}$, отже, куля має порожнину.

2. Визначимо об'єм порожнини:

$$V_{пор} = V_к - V_{св} = 60\ см^3 - 50\ см^3 = 10\ см^3.$$

Відповідь: $V_{пор} = 10\ см^3$.

Видавництво "Ранок" Підручник

Задача 2. Скільки залізничних цистерн потрібно для перевезення 1080 т нафти, якщо місткість кожної цистерни — 25 м^3?

Аналіз фізичної проблеми. Кількість цистерн можна знайти, поділивши загальний об'єм нафти (V) на місткість однієї цистерни (V_0). Загальний об'єм нафти визначимо за її масою та густиною. Густину нафти знайдемо в таблиці густин.

Задачу розв'язуватимемо в одиницях СІ.

Дано:

$m = 1080$ т $= 1\,080\,000$ кг

$\rho = 800\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$V_0 = 25$ м^3

Знайти:

N — ?

Пошук математичної моделі. Розв'язання.

З означення густини визначимо загальний об'єм нафти: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$.

Визначимо загальну кількість цистерн:

$$N = \frac{V}{V_0} = \frac{m}{\rho} : V_0 = \frac{m}{\rho V_0}.$$

Перевіримо одиницю, знайдемо значення шуканої величини:

$$[N] = \frac{\text{кг}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3} = 1; \quad N = \frac{1\,080\,000}{800 \cdot 25} = 54.$$

Аналіз результатів. Кількість цистерн, одержана в результаті розрахунків, є цілком реальною.

Відповідь: $N = 54$.

ВИДАВНИЦТВО «ПІДРУЧНИК І ПОСІБНИК»

Вправа № 18

1. З якого матеріалу виготовлений дитячий кубик, об'єм якого дорівнює 250 см^3, а маса — 110 г?

2. Маса срібної фігурки становить 707 г, а її об'єм дорівнює 0,7 дм^3. Чи має порожнину ця фігурка? Відповідь обґрунтуйте.

3. Що більше — маса вчителя фізкультури чи маса повітря в спортзалі, якщо маса вчителя становить 80 кг, а розміри спортзалу 20×10×5 м? Об'ємом, який займає в спортзалі спортивний інвентар, знехтуйте.

4. У мензурку з водою (рис. 1) занурили металевий циліндр масою 675 г (рис. 2). З якої речовини може бути виготовлений циліндр?

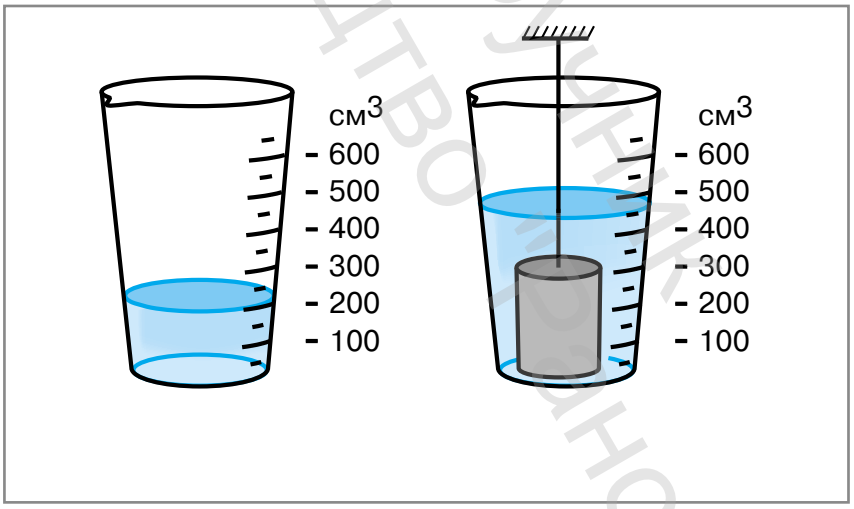


Рис. 1 **Рис. 2**

ПІДРУЧНИК. ВИДАВНИЦТВО "РАНОК"

ПІДБИВАЄМО ПІДСУМКИ РОЗДІЛУ 3

Частина 1 «Явище інерції. Інертність і маса тіла. Густина речовини»

1. Ви з'ясували, що тіла взаємодіють одне з одним і що саме *взаємодія є причиною зміни швидкості руху тіла.*

2. Ви дізналися, що *явище зберігання швидкості руху тіла за відсутності або скомпенсованості дії на нього інших тіл називають явищем інерції*, а рівномірний прямолінійний рух тіла за цих умов — *рухом за інерцією*.

3. Ви переконалися, що для зміни швидкості руху будь-якого тіла потрібен час, і дізналися, що таку властивість тіла називають *інертністю*.

4. Ви продовжили ознайомлення з фізичними тілами й речовинами та дізналися про деякі фізичні величини, які характеризують тіло й речовину.

Видавництво «Ранок» Підручник

Фізична величина				
Назва	Що характеризує	Символ	Одиниця в СІ	Формула
Маса	Тіло (міра інертності тіла)	m (ем)	Кілограм (кг)	$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$
Густина	Речовину	ρ (ро)	Кілограм на метр кубічний (кг/м^3)	$\rho = \frac{m}{V}$

Способи вимірювання маси:

1. Зважування;
2. За зміною швидкості руху тіл унаслідок їхньої взаємодії

Спосіб вимірювання густини:
За виміряними масою та об'ємом

Особливість маси:
Є мірою гравітаційної властивості тіла

Особливісті густини:
Залежить від температури й агрегатного стану речовини

Підручник видавництва "Ранок"

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Частина 1 «Явище інерції. Інертність і маса тіла. Густина речовини»

rnk.com.ua/106658

У завданнях 1–4 виберіть одну правильну відповідь.

1. *(2 бали)* Якщо на тіло не діють інші тіла, то тіло рухається:
а) прямолінійно зі швидкістю, яка зменшується;
б) прямолінійно зі швидкістю, яка збільшується;
в) рівномірно по криволінійній траєкторії;
г) рівномірно прямолінійно.

2. *(2 бали)* Кулька, яка перебувала у стані спокою на столику вагона потяга, раптом покотилася назад (протилежно руху потяга). Які зміни сталися?
а) потяг прискорив свій рух;
б) потяг почав гальмувати;
в) потяг повернув праворуч;
г) потяг повернув ліворуч.

3. *(2 бали)* Хлопчик зістрибнув з корми нерухомого човна. У скільки разів маса хлопчика відрізняється від маси човна, якщо хлопчик набув швидкості 1,5 м/с, а човен — швидкості 3 м/с?
а) маса хлопчика вдвічі більша за масу човна;
б) маса хлопчика дорівнює масі човна;
в) маса хлопчика у півтора разу менша від маси човна;
г) маса хлопчика вдвічі менша від маси човна.

Видавництво "Ранок" Підручник

4. *(2 бали)* Маса тіла із золота об'ємом 1 см^3 більша за масу свинцевого тіла того самого об'єму на:
а) 8 г; б) 11,3 г; в) 8 кг; г) 11,3 кг.

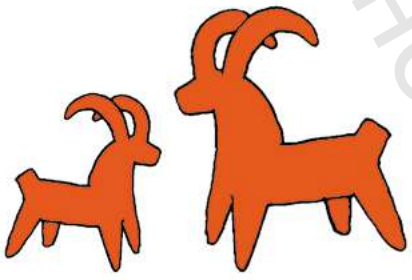
5. *(3 бали)* Два візки були з'єднані стиснутою пружиною та перебували в стані спокою. Після того як пружина розпрямилась, візок 1 набув швидкості 5 см/с, а візок 2 — швидкості 65 см/с. Якою є маса візка 2, якщо маса візка 1 становить 1,3 кг?

6. *(3 бали)* Маса суцільного тіла, виготовленого з алюмінію, становить 5,4 кг. Визначте об'єм цього тіла.

7. *(3 бали)* Посудину місткістю 5 л і масою 0,5 кг на одну третину заповнили медом. Якою є маса посудини з медом?

8. *(3 бали)* Щоб одержати латунь, переплавили мідь об'ємом 0,2 м^3 і цинк об'ємом 50 дм^3. Якою є густина одержаної латуні? Об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів його складників.

9. *(4 бали)* Малюк виліпив фігурку, на виготовлення якої витратив 10 г пластиліну. Його сестра виліпила фігурку таку саму за формою, але вдвічі більшу за розмірами (див. рисунок). Скільки пластиліну витратила дівчинка?



Видавництво "Підручник Ранок"

Звірте ваші відповіді на завдання з наведеними наприкінці підручника. У завданнях, які ви виконали правильно, полічіть суму балів і поділіть її на 2. Одержане число відповідатиме рівню ваших навчальних досягнень.

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ

1. Інертність у техніці та побуті.

2. Еволюція важільних терезів.

3. Ґ. Ґалілей, І. Ньютон. Відкриття законів механіки.

4. Як змінювався еталон маси.

ТЕМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1. Вимірювання густин різних речовин.

2. Дослідження аномалій води (вимірювання густини льоду та густини води).

ТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

1. Інертність як причина порушення правил дорожнього руху.

2. Цікаві досліди щодо демонстрації інертності тіл.

3. Застосування інерції в техніці, побуті, спорті тощо.

Підручник Видавництво "Ранок"

ТАБЛИЦІ ГУСТИН ДЕЯКИХ РЕЧОВИН
(за температури 0 °С 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	2700	2,70	Олово	7300	7,30
Бетон	2200	2,20	Оргскло	1200	1,20
Граніт	2700	2,70	Осмій	22 500	22,50
Дуб сухий	800	0,80	Парафін	900	0,90
Залізо	7800	7,80	Платина	21 500	21,50
Золото	19 300	19,30	Поліетилен	940	0,94
Іридій	22 400	22,40	Порцеляна	2300	2,30
Капрон	1140	1,14	Свинець	11 300	11,30
Корок	240	0,24	Скло	2500	2,50
Крейда	2400	2,40	Сосна суха	440	0,44
Латунь	8500	8,50	Срібло	10 500	10,50
Лід	900	0,90	Сталь	7800	7,80
Мармур	2500	2,50	Цинк	7100	7,10
Мідь	8900	8,90	Чавун	7000	7,00

Підручник видавництво "Ранок"

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	Мастило	900	0,90
Бензин	710	0,71	Мед	1420	1,42
Бензол	880	0,88	Олія	900	0,90
Вода морська	1030	1,03	Олово рідке (за t = 409 °C)	6830	6,83
Вода чиста	1000	1,00	Нафта	800	0,80
Гас	800	0,80	Ртуть	13 600	13,60
Гліцерин	1260	1,26	Спирт	800	0,80
Дизельне паливо	840	0,84	Сульфатна кислота	1800	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	0,001 25	Кисень	1,430	0,001 43
Водень	0,090	0,000 09	Повітря	1,290	0,001 29
Вуглекислий газ	1,980	0,001 98	Чадний газ	1,250	0,001 25
Гелій	0,180	0,000 18	Хлор	3,210	0,003 21

ВИДАВНИЦТВО "РАНОК"

ВІДПОВІДІ ДО ВПРАВ І ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Розділ 1. МЕТОДИ ПІЗНАННЯ ПРИРОДИ. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА

№ 2. 2. а) 2; б) 3; в) **1. № 3. 1.** 0,145 м; 1500 м; 2032 м. **2.** Верхня межа — 60 мл; С = 2 мл. **3.** Маса, m, кг; швидкість, v, м/с; довжина, l, м. **5.** 420 $м^2$; $4{,}2 \cdot 10^4$ $дм^2$; $4{,}2 \cdot 10^6$ $см^2$. **№ 4.** 1. Так. **2.** 5 млн молекул. **3.** Діаметр молекули не менший ніж 1 нм.

Завдання для самоперевірки до розділу 1

1. а. **2.** в. **3.** в. **4.** б. **5.** а. **6.** б. **7.** в. **8.** а. **9.** 1–Б; 2–Г; 3–В; 4–Є; 5–А; 6–Д. **10.** Мірний циліндр; об'єм; $см^3$; 2 $см^3$; 40 $см^3$; 70 $см^3$; 2 $см^3$. Термометр; температура; °С; 1 °С; 22 °С; 53 °С; –32 °С. **11.** 2 мм. **12.** 60.

Розділ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

Частина 1 «Прямолінійний рівномірний рух»

№ 6. 1. а) Води; б) автомобіля; в) Землі. **3.** Куля рухалася майже з такою самою швидкістю, що й літак. **4.** а) Так; б) ні. **5.** $l_{дк} = 3$ км; $l_{дс} = 4{,}5$ км; $l_{кс} = 1{,}5$ км. **№ 7. 1.** Шлях; $s_{min} = 0$. **3.** а) $l = 7{,}5$ м — відносно потяга; $l = 407{,}5$ м — відносно землі; б) $l = 7{,}5$ м — відносно потяга; $l = 392{,}5$ м — відносно землі. **4.** а) $l \approx 40{,}8$ м, $s = 26$ м; б) $l \approx 81{,}6$ м, $s = 0$. **№ 8. 1.** 3 км. **2.** $v_1 = 0{,}55$ м/с; $v_2 = 0{,}45$ м/с. **3.** 16 м/с. **4.** 5 м/с; 1800 м/с; 0,012 м/с. **5.** 7,2 км/год; 1800 км/год; 0,72 км/год. **6.** ≈ 9,5 трлн км. **№ 9. 1.** 54 км. **2.** Додому; приблизно в 1,3 разу. **3.** 1 м/с. **4.** Третій; другий; другий. **5.** 50 с. **6.** Ні. **№ 10. 2.** Пішохід — I, велосипедист — II, трактор — III. **3.** а) Рівномірно, двічі стрибком зменшуючи швидкість свого руху; б) $v_I = 15$ м/с; $v_{II} = 5$ м/с; $v_{III} = 0$; в) $l_I = 30$ м; $l_{II} = 20$ м; $l_{III} = 0$.

Електронний підручник

5. а) 3,5 м/с; б) 2,5 год; в) 25 м. **№ 11. 2.** 20 км/год. **3.** 70 км/год. **4.** 40 хв. **5.** 75 км/год. **6.** 700 км/год. **7.** а) Перші 20 с набирав швидкість, 10 с рухався рівномірно, далі 30 с гальмував, останні 20 с перебував у стані спокою; б) 700 м; в) 10 с; г) ≈ 11,7 м/с; ≈ 8,75 м/с.

Завдання для самоперевірки до розділу 2. Частина 1

1. б. **2.** г. **3.** в. **4.** в. **5.** в. **6.** 1–В; 2–Б; 3–А. **7.** а. **8.** а. **9.** 0,9 м/с; 3,24 км/год. 10. 3 км/год. 11. За 4 с. 12. 75 км/год; 2 км.

Частина 2 «Рівномірний рух по колу. Коливальний рух»

№ 12. 1. 0,75 с. **2.** 15 об/с. **3.** 5 об/с; 3,3 об/с. **4.** ≈ 16,7 мс. **5.** Якщо рух рівномірний. **6.** 31,4 м/с. **7.** ≈ 0,67 с. **№ 13. 1. 7. 2.** а) 48 год; б) ≈ 17 520 год. **3.** 86 400 с; 604 800 с; 31 536 000 с. **4.** ≈ **1. 5.** ≈ 1 км/с. **6.** ≈ 9,4 м/с, або ≈ 40 км/год. **7.** Земля, ≈ у 2,3 разу. **№ 14. 1.** 2 см. **2.** 2 с. **3.** 2 Гц. **4.** 480. **6.** 4 м.

Завдання для самоперевірки до розділу 2. Частина 2

1. б. **2.** а. **3.** а. **4.** б. **5.** г. **6.** в. **7.** 0,5 Гц.

Розділ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛИ В ПРИРОДІ

Частина 1 «Явище інерції. Інертність і маса тіла. Густина речовини»

№ 15. 7. 1) а) $5{,}3 \cdot 10^3$ кг; б) 250 кг; в) 4,7 кг; г) $1{,}5 \cdot 10^4$ кг; 2) а) 5230 г; б) 270,84 г; в) 56,091 г. **№ 16. 1.** Ліворуч. **2.** 189 г 740 мг. **№ 17.** 1. а) Не змінюється; б) зменшується; в) збільшується. **2.** 21 т 500 кг; 21,5 г. **3.** Густину. **4.** За умови однакових густин. **5.** Меду, приблизно в 1,6 разу. **6.** З оргскла, в 1,5 разу. **№ 18. 1.** Сосна суха. **2.** Так. **3.** Маса повітря. **4.** 2,7 г/см^3; може бути алюміній.

Завдання для самоперевірки до розділу 3. Частина 1

1. г. **2.** а. **3.** а. **4.** а. **5.** 100 г. **6.** 2 дм^3. **7.** ≈ 2,9 кг. **8.** 8540 кг/м^3. **9.** 80 г.

ВИДАВНИЦТВО «ГЕНЕЗА»

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А Амплітуда коливань 145
Атом 38

Г Графік:
швидкості руху 98
— шляху 94
Густина 184

Д Дифузія 44

Е Експеримент (дослід) 16

З Закон інерції 164

І Інертність 171
Інерція 165

К Коливання 143

М Маса тіла 172
Матеріальна точка 64
Матерія 35
Маятник 143
Межі вимірювання приладу 31
Молекула 38
Молекулярно-кінетична теорія (МКТ) 44

П Переміщення 72
Період: коливань 146
— обертання 126
Поле 36

Р Речовина 35
Рух: броунівський 46
— коливальний 142
— механічний 63
— нерівномірний 106
— рівномірний 79
— — по колу 125
— — прямолінійний 80

С Система відліку 66
Спостереження 15

Т Тіло: відліку 64
— фізичне 10
Траєкторія руху 71

Ф Фізична величина 25
Фізичне дослідження 16
Фізичне явище 10

Ц Ціна поділки шкали приладу 31

Ч Частота: коливань 146
— обертова 127

Ш Швидкість
— рівномірного руху 80
— — по колу 128
— середня 110
Шлях 72

Видавництво "Ранок" Підручник

ЗМІСТ

Вступ 3

Розділ 1. Методи пізнання природи. Фізика як природнича наука

§ 1. Фізика — наука про природу. Фізичні тіла та фізичні явища 6
§ 2. Експериментальні та теоретичні методи досліджень законів природи 15
§ 3. Фізичні величини та їх вимірювання 24
§ 4. Поняття про різні види матерії. Будова речовини 35
§ 5. Рух і взаємодія частинок речовини 43
Експериментальна робота 52
Підбиваємо підсумки розділу 1 54
Завдання для самоперевірки до розділу 1 56
Теми рефератів і повідомлень. Теми експериментальних досліджень. Теми навчальних проєктів 59

Розділ 2. Механічний рух

Частина 1. «Прямолінійний рівномірний рух»

§ 6. Механічний рух. Відносність руху та спокою 62
§ 7. Траєкторія руху. Шлях. Переміщення 70
§ 8. Рівномірний рух. Швидкість руху 78
§ 9. Учимося розв'язувати задачі 87
§ 10. Графіки рівномірного руху 94
§ 11. Нерівномірний рух. Середня швидкість руху 105
Лабораторна робота № 1 113
Підбиваємо підсумки розділу 2. Частина 1 116
Завдання для самоперевірки до розділу 2. Частина 1 118
Теми рефератів і повідомлень. Теми експериментальних досліджень. Теми навчальних проєктів 122

Електронний підручник

Частина 2. «Рівномірний рух по колу. Коливальний рух»

§ 12. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період обертання 124
Лабораторна робота № 2 132
§ 13. Рух Землі і Місяця 134
§ 14. Коливальний рух. Амплітуда, період і частота коливань 142
Лабораторна робота № 3 151
Підбиваємо підсумки розділу 2. Частина 2 155
Завдання для самоперевірки до розділу 2. Частина 2 156
Теми рефератів і повідомлень. Теми експериментальних досліджень. Теми навчальних проєктів 158

Розділ 3. Взаємодія тіл. Сили в природі

Частина 1. «Явище інерції. Інертність і маса тіла. Густина речовини»

§ 15. Явище інерції 160
§ 16. Інертність тіла. Маса 170
Лабораторна робота № 4 179
§ 17. Густина. Одиниці густини. 182
Лабораторна робота № 5 191
§ 18. Учимося розв'язувати задачі 193
Підбиваємо підсумки розділу 3. Частина 1 197
Завдання для самоперевірки до розділу 3. Частина 1 199
Теми рефератів і повідомлень. Теми експериментальних досліджень. Теми навчальних проєктів 201

Таблиці густин деяких речовин 202
Відповіді до вправ і завдань для самоперевірки 204
Алфавітний покажчик 206

Рубрика «Фізика і техніка в Україні»:
Б. Є. Патон (115), М. М. Боголюбов (169).

Підручник "Видавничий Дім "Ранок"

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				

Видавництво «Ранок» Підручник

Навчальне видання

БАР'ЯХТАР Віктор Григорович
БОЖИНОВА Фаїна Яківна
ДОВГИЙ Станіслав Олексійович
КІРЮХІН Микола Михайлович
КІРЮХІНА Олена Олександрівна

«ФІЗИКА»
Підручник для осіб з особливими освітніми потребами
(Н 54.1 — Н 54.2)
7 клас
(у 2-х частинах)
За редакцією Довгого Станіслава Олексійовича
(Частина 1)

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Адаптовано за виданням: Фізика : підруч. для 7 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна] ; за ред. С. О. Довгого. — Х. : Вид-во «Ранок», 2024. — 272 с. : іл., фот.

Провідний редактор *І. Л. Морєва.* Редактор *С. В. Русінова.*
Технічний редактор *А. В. Пліско.*
Художнє оформлення *В. І. Труфена, Т. В. Задорожної.*
Комп'ютерна верстка *О. А. Пєснін.* Коректор *В. П. Нестерчук.*

Підписано до друку 31.07.2024 р. Формат 84×108/16. Папір офсетний. Гарнітура Прагматика. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 21,84. Обл.-вид. арк. 11,01. Наклад 1669 пр. Зам. № 8607-2024.

ТОВ Видавництво «Ранок»,
вул. Космічна, 21а, Харків, 61145; вул. Деревлянська, 13, к. 331б, Київ, 04119.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7548 від 16.12.2021.
E-mail: office@ranok.com.ua

Надруковано у друкарні ТОВ «ТРІАДА-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: sale@triada.kharkov.ua

ЩО НЕОБХІДНО ЗНАТИ

Про фізичне явище

1) зовнішні ознаки перебігу явища, умови, за яких воно відбувається;
2) зв'язок з іншими явищами;
3) фізичні величини, які характеризують явище;
4) можливості практичного використання, способи запобігання шкідливим наслідкам явища

Про фізичний закон

1) формулювання, зв'язок між якими явищами, властивостями тощо встановлює закон;
2) математичний вираз;
3) дослідні факти, що привели до встановлення закону або підтверджують його справедливість;
4) межі застосування

Про прилад або пристрій

1) призначення;
2) будова;
3) принцип дії;
4) сфера застосування і правила користування;
5) переваги та недоліки

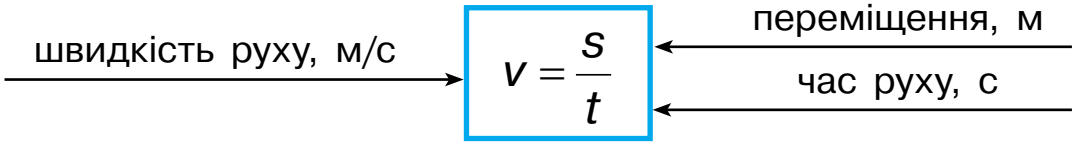
Про фізичну величину

1) символ для позначення;
2) властивість, яку характеризує фізична величина;
3) означення;
4) формула, покладена в основу означення, зв'язок з іншими фізичними величинами;
5) одиниці величини;
6) способи вимірювання

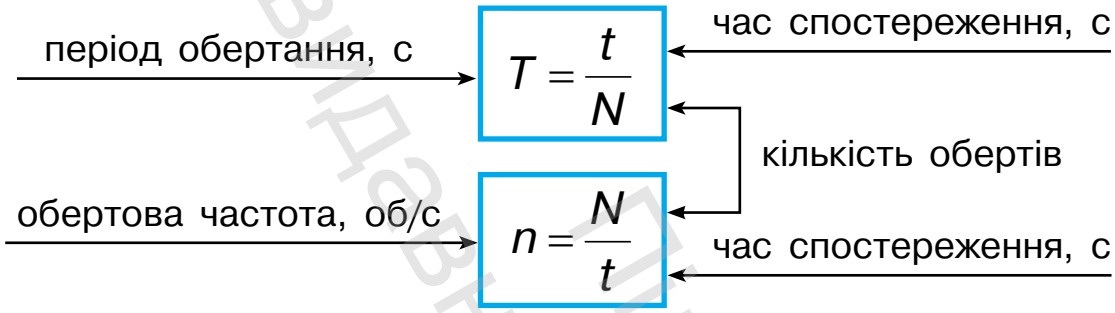
Підручник видавництва "Ранок"

МЕХАНІЧНИЙ РУХ

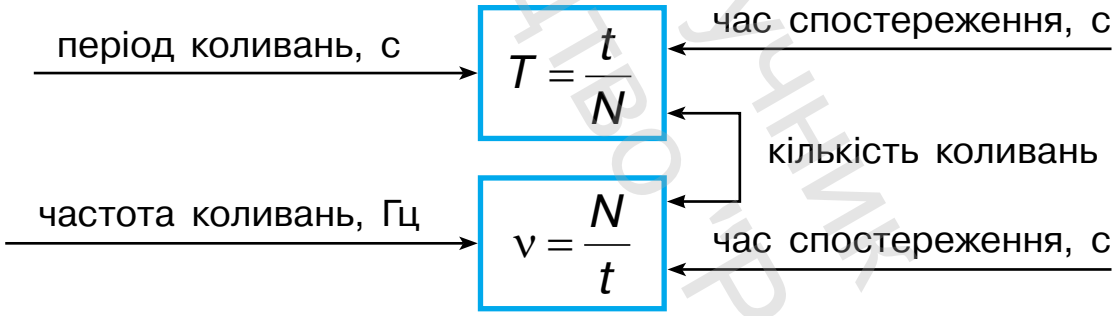
Рівномірний прямолінійний рух



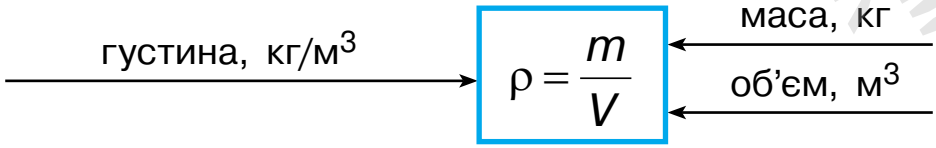
Рівномірний рух по колу



Коливальний рух



ГУСТИНА



Видавництво "Ранок" Підручник

ФІЗИКА

Підручник для 7 класу
Частина 1

7

Підручник вирізняє наявність таких матеріалів:

- тексти та ілюстрації для мотивації навчальної діяльності
- алгоритми розв'язання основних типів фізичних задач
- приклади практичного застосування фізики
- покрокові описи лабораторних робіт
- експериментальні завдання і дослідження
- завдання для розвитку критичного мислення
- вправи для самоперевірки
- тематичне узагальнення і систематизація матеріалу
- теми рефератів, експериментальних досліджень і проєктів
- відомості про досягнення фізики й техніки в Україні

Електронний інтерактивний додаток дозволить:

- здійснити онлайн-тестування за кожною темою
- унаочнити фізичний дослід або процес за допомогою навчальних відео
- ознайомитися з додатковими відомостями

Видавництво "Ранок"

ISBN 978-617-09-8933-8

Електронний інтерактивний додаток до підручника доступний за QR-кодом або посиланням **rnk.com.ua/108392**