

ПОСІБНИК до екзамену для восьмикласників з фізики

починаючи з 2021/2022
навчального року



Центральна екзаменаційна комісія
Варшава 2020

Редакційна колегія:

Маріуш Мрочек (ЦЕК)
Уршула Окрайні (ОЕК в Явожно)
Ян Савицький (ОЕК в Краков)
д-р Пьотр Нежуравський (Варшавський університет)
д-р Віолетта Козак (ЦЕК)
д-р Марцін Смолік (ЦЕК)

Рецензенти:

проф. д-р габ. Анджей Висмолек
д-р Єжи Броян
Мирослав Троцюк
д-р Томаш Карповіч (мовна редакція)

Посібник розроблено Центральною екзаменаційною комісією у співпраці з окружними екзаменаційними комісіями.

Центральна екзаменаційна комісія
вул. Юзефа Левартовського, 6, 00-190 Варшава
тел. 22 536 65 00
sekretariat@cke.gov.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Гданську
вул. На Стоку, 49, 80-874 Гданськ
тел. 58 320 55 90
komisja@oke.gda.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Явожні
вул. Адама Міцкевича, 4, 43-600 Явожно
тел. 32 616 33 99
oke@oke.jaworzno.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Кракові
мікрорайон Шкільне, 37, 31-978 Краків
тел. 12 683 21 01
oke@oke.krakow.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Ломжі
пр. Легіонів, 9, 18-400 Ломжа
тел. 86 216 44 95
sekretariat@oke.lomza.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Лодзі
вул. Ксаверія Правсса, 4, 94-203 Лодзь
тел. 42 634 91 33
sekretariat@lodz.oke.gov.pl

Окружна екзаменаційна комісія в Познані
вул. Гронова, 22, 61-655 Познань
тел. 61 854 01 60
sekretariat@oke.poznan.pl

Окружна екзаменаційна комісія у Варшаві
пл. Європейська, 3, 00-844 Варшава
тел. 22 457 03 35
info@oke.waw.pl

Окружна екзаменаційна комісія у Вроцлаві
вул. Тадеуша Зелінського, 57; 53-533 Вроцлав
тел. 71 785 18 94
sekretariat@oke.wroc.pl

Зміст

1.	Опис екзамену для восьмикласників з фізики	5
	Вступ	5
	Завдання на екзамені	5
	Опис екзаменаційної роботи	7
	Правила оцінювання	7
	Допоміжні матеріали та приладдя	9
2.	Зразки завдань з розв'язками	11
	Механіка	12
	Властивості матерії та теплові явища	35
	Електрика та магнетизм	61
	Вібрація, хвилі та оптика	75

1.

Опис екзамену для восьмикласників з фізики

Вступ

Фізика - один із факультативних предметів на екзамені для восьмикласників.

Екзамен з фізики для восьмикласників перевіряє, на якому рівні учень 8 класу початкової школи виконує вимоги, що зазначені у [загальноосвітній навчальній програмі для другого етапу освіти \(7–8 класи\)](#).

В *Посібнику* подано зразки екзаменаційних завдань разом з розв'язками, а також пояснюється, як вони співвідносяться з вимогами навчальної програми. Завдання в *Посібнику* не ілюструють усіх вимог щодо знання фізики, які зазначено в навчальній програмі, вони також не вичерпують усіх типів завдань, які можуть трапитися в екзаменаційній роботі. Лише реалізація всіх вимог навчальної програми, як базових, так і поглиблених, може забезпечити отримання всебічної освіти з фізики, включно з належною підготовкою до екзамену для восьмикласників¹.

ЗАВДАННЯ НА ЕКЗАМЕНІ

В екзаменаційній роботі знаходяться завдання як закритого, так і відкритого типу.

Закриті завдання – це такі завдання, у яких учень має обрати відповідь з кількох варіантів. До закритих завдань належать:

- завдання множинного вибору
- завдання типу правда-неправда,
- завдання на вибір відповідності.

Відкриті завдання – це такі, у яких учень самостійно формулює відповідь. Відкриті завдання, що можуть трапитися на екзамені для восьмикласників з фізики, включають:

- завдання з пропуском, у яких треба доповнити речення або короткий текст одним або кількома словами, включаючи виконання або доповнення схематичного рисунка, діаграми, таблиці, графіку, формули, рівняння
- завдання з короткою відповіддю, у яких треба (1) розрахувати значення вказаної фізичної величини, (2) встановити та/або обґрунтувати правильність тверджень про фізичні явища, опису фізичних явищ або експериментів, а також призначення інструментів, що використовуються в експериментах.

У розв'язку відкритого завдання, в якому учень має розрахувати якусь фізичну величину, треба продемонструвати крок за кроком, як був отриманий результат. Це означає, що в розв'язку треба представити, зокрема, необхідні формули або фізичні закони, які дозволяють розв'язати завдання. Записи та позначення учня, що складає екзамен,

¹ Вчитель фізики зобов'язаний реалізувати всі вимоги навчальної програми **перед** екзаменом для восьмикласників.

мусять однозначно вказувати на такі формули та фізичні величини, описані в тексті завдання. Розрахунки повинні базуватися на представлених формулах, причому технічне підрахування (тобто алгебраїчні операції з числами або символами) можна здійснювати в думці або на калькуляторі. Результати розрахунків в розрахункових завданнях треба записувати із зазначеною точністю разом з відповідними одиницями, згідно з текстом завдання.

Всі екзаменаційні завдання перевірятимуть рівень оволодіння навичками, описаними в наступних загальних вимогах навчальної програми загальної освіти для початкової школи (в дужках записані номери цілей навчання навчальної програми):

- використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі (I)
- розв'язування завдань з використанням фізичних законів та формул (II)
- планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів (III)
- використання інформації, отриманої з аналізу джерел, зокрема науково-популярних текстів (IV).

Екзаменаційні завдання стосуватимуться таких тематичних областей фізики (у дужках записані номери змісту навчання навчальної програми):

- механіка (II, III)
- теплові явища і властивості матерії (IV, V)
- електрика та магнетизм (VI, VII)
- вібрації, хвилі та оптика (VIII, IX).

Незалежно від згаданих вище тематичних областей, екзаменаційні завдання також перевірятимуть навички, зазначені у вимогах до зрізів знань (зазначених у пункті I. змісту навчання навчальної програми).

ОПИС ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Екзамен для восьмикласників з фізики триває 90 хвилин².

Кількість завдань, а також кількість балів, які можливо отримати за окремі типи завдань, зазначені у наведеній нижче таблиці.

Тип завдань	Кількість завдань	Загальна кількість балів	Частка у сумарному результаті
закриті	13–17	близько 17	близько 50%
відкриті	7–13	близько 17	близько 50%
ЗАГАЛОМ	20–30	34	100%

Екзаменаційна робота включатиме блоки завдань або окремі завдання. Блок завдань може містити від двох до чотирьох завдань, які об'єднує спільний контекст, такий як описане фізичне явище, експеримент, спостереження, джерело тощо. Блок завдань може складатися з закритих і відкритих завдань.

ПРАВИЛА ОЦІНЮВАННЯ

Закриті завдання

Закриті завдання оцінюються, залежно від максимальної кількості балів, яку можна отримати за виконання завдання, згідно з наведеним нижче правилами:

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

АБО

2 бали – повністю правильна відповідь.

1 бал – частково правильна відповідь або неповна відповідь.

0 балів – повністю неправильна відповідь або немає відповіді.

² Тривалість екзамену може бути збільшена у випадку учнів із особливими освітніми потребами, зокрема інвалідів, а також іноземців. Подробиці викладені в Розпорядженні директора Центральної екзаменаційної комісії щодо деталей способів пристосування умов та форм проведення екзамену для восьмикласників у конкретному навчальному році.

Відкриті завдання

За правильне розв'язання відкритого завдання можна буде отримати максимум 1, 2 або 3 бали. За кожне правильно виконане завдання, крім тих, що були описані в правилах оцінювання, може бути нарахована максимальна кількість балів, якщо його розв'язок по суті є правильним, згідно з текстом та умовами завдання.

Відкриті завдання, у яких учень надає описову відповідь

- у випадку завдання, за розв'язання якого можна отримати максимум 1 бал:
 - 1 бал – правильна відповідь.
 - 0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.
- у випадку завдання, за розв'язання якого можна отримати максимум 2 бали:
 - 2 бали – повністю правильна відповідь.
 - 1 бал – частково правильна відповідь або неповна відповідь.
 - 0 балів – повністю неправильна відповідь або немає відповіді.

Відкриті завдання, у яких учень доповнює рисунок або будує графік або виконує простий розрахунок

- 1 бал – правильне розв'язання.
- 0 балів – неправильне або неповне розв'язання або немає розв'язання.

Відкриті завдання, щодо яких визначено окремі етапи їхнього розв'язування (наприклад, значний прогрес, основні труднощі завдання)

- у випадку завдання, за розв'язання якого можна отримати максимум 2 бали:
 - 2 бали – правильне розв'язання.
 - 1 бал – розв'язання, у якому були подолані основні труднощі завдання, але розв'язання не було правильно доведено до кінця.
 - 0 балів – розв'язання, у якому не були подолані основні труднощі завдання, або немає розв'язання.
- у випадку завдання, за розв'язання якого можна отримати максимум 3 бали:
 - 3 бали – правильне розв'язання.
 - 2 бал – розв'язання, у якому були подолані основні труднощі завдання, але розв'язання не було правильно доведено до кінця.
 - 1 бал – рішення, у якому був досягнутий значний прогрес, але не були подолані основні труднощі завдання.
 - 0 балів – розв'язання, у якому немає значного прогресу, або немає розв'язання.

Етапи розв'язання кожного завдання будуть описані в правилах оцінювання цього завдання.

ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ ТА ПРИЛАДДЯ НА ЕКЗАМЕНІ З ФІЗИКИ

Допоміжне приладдя, яким можуть користуватися учні під час екзамену з фізики для восьмикласників:

- лінійка
- простий калькулятор.

Детальна інформація щодо допоміжних матеріалів та інструментів, якими можуть користуватися учні під час екзамену (зокрема особи, для яких було змінено умови проведення екзамену), буде опублікована в Розпорядженні директора Центральної екзаменаційної комісії.


2.

Зразки завдань з розв'язками

В *Посібнику* для кожного завдання наведено:

- кількість балів, які можливо отримати за його розв'язання (після номеру завдання)
- найважливіші загальні та детальні вимоги, що перевіряються у цьому завданні
- правила оцінювання розв'язків завдань
- правильний розв'язок кожного закритого завдання, а також зразкове розв'язання кожного відкритого завдання.

У зразкових розв'язках відкритих завдань є додаткові коментарі, у яких наведено інформацію щодо окремих етапів рішення. Додаткові коментарі виділені рамками.

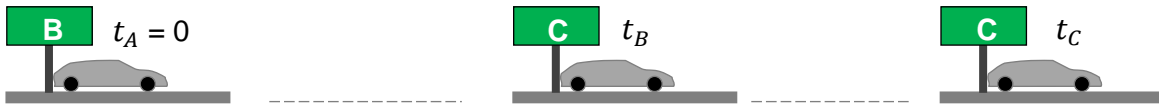
Символ  в заголовку завдання вказує на те, що для розв'язання завдання стане у пригоді або необхідна буде лінійка (наприклад, для креслення прямих ліній або вимірювання довжини відрізків).

МЕХАНІКА

Завдання 1. Тест-драйв автострадою

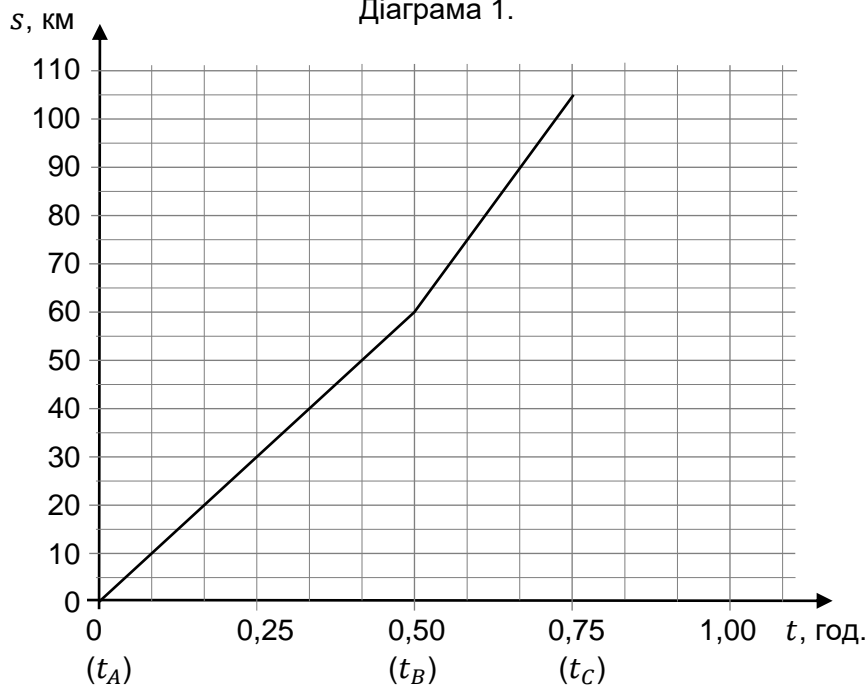
На простому відрізку автостради проводили тестування нової моделі автомобіля. Під час тест-драйву автомобіль їхав між вимірювальними точками А, В, С. На кожному випробувальному відрізку: від А до В і від В до С автомобіль рухався рівномірно з різною швидкістю. Прилад для вимірювання часу вмикався, коли автомобіль минав вимірювальну точку А, і записував час, t_B а також t_C коли автомобіль послідовно минав вимірювальні точки В і С (див. рисунок 1).

Рисунок 1.



На діаграмі 1 показаний графік залежності пройденого шляху від часу руху автомобіля уздовж всього тестового відрізка АС. На графіку був пропущений кількасекундний етап руху безпосередньо перед і після вимірювальної точки В, коли автомобіль прискорювався.

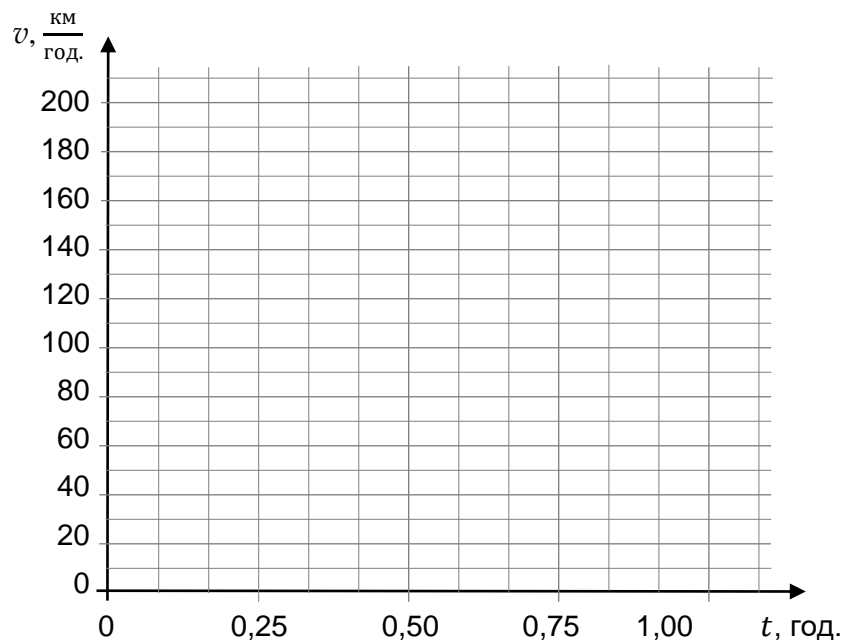
Діаграма 1.



Завдання 1.1. (0–3) 

На діаграмі 2 нарисуй графік залежності швидкості від часу в русі автомобіля уздовж всього тестового відрізка АС. Запиши розрахунки.

Діаграма 2.



Розрахунки									

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.
- II. Рух і сили. Учень:
 - 6) розраховує значення швидкості та пройденого шляху на підставі графіків залежності швидкості та пройденого шляху від часу для прямолінійного рівномірного руху на відрізках та будує такі графіки на основі наданої інформації.

Правила оцінювання

- 3 бали – правильний метод розрахунку значення швидкості автомобіля уздовж відрізків АВ і ВС, правильні розрахунки та числові результати, а також правильно побудований графік залежності швидкості від часу на відрізку АС.
- 2 бали – правильний метод розрахунку значення швидкості автомобіля уздовж відрізків АВ і ВС, а також правильні числові результати з одиницями АБО
- правильний метод розрахунку значення швидкості автомобіля уздовж відрізків АВ і ВС, неправильні числові результати, а також побудований графік, на якому правильно враховані одержані результати.
- 1 бал – правильний метод розрахунку значення швидкості автомобіля уздовж відрізків АВ і ВС, тобто застосування відповідної залежності між швидкістю та пройденим шляхом і часом, включно зі шляхами та часом, правильно зчитаними з графіка.
- 0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Зразкове повне рішення³

Коментар

Зчитаємо дані з графіка. Рух вздовж відрізка АВ тривав 0,5 год., а пройдений шлях становив 60 км. А рух вздовж відрізка ВС тривав 0,25 год., а пройдений шлях становив 45 км. Застосуємо формули розрахунку швидкості під час прямолінійного рівномірного руху:

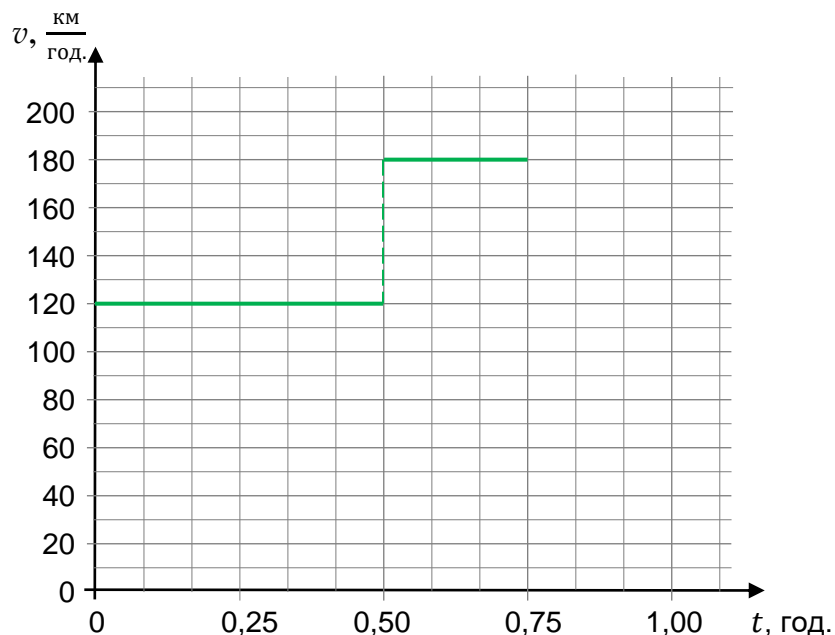
$$v_{AB} = \frac{s_{AB}}{\Delta t_{AB}} \quad v_{BC} = \frac{s_{BC}}{\Delta t_{BC}}$$

Потім:

$$v_{AB} = \frac{60 \text{ км}}{0,5 \text{ год.}} = 120 \frac{\text{км}}{\text{год.}}$$

$$v_{BC} = \frac{45 \text{ км}}{0,25 \text{ год.}} = 180 \frac{\text{км}}{\text{год.}}$$

Побудуємо графік:



³ У рамці міститься Коментар, виконання якого не виникає з тексту завдання.

1 бал – правильний метод розрахунку значення швидкості автомобіля на зворотньому відрізку СА, тобто правильне зчитування з графіка загального пройденого шляху та загального часу, включно із застосуванням формули розрахунку швидкості.

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклади розв'язків

Спосіб 1.

Коментар

З умов завдання випливає, що час проходження всього тестового відрізка АС дорівнював часу проходження зворотного відрізка СА. Отже, для розрахунку швидкості на зворотньому шляху ми будемо використовувати дані, що описують рух уздовж всього відрізка АС. Зчитаємо з графіка загальний шлях та загальний час руху вздовж АС і підставимо їх у формулу розрахунку швидкості під час рівномірного руху від С до А:

$$s_{CA} = 105 \text{ км} \quad \Delta t_{CA} = 0,75 \text{ год.} \quad v_{CA} = \frac{s_{CA}}{\Delta t_{CA}}$$

Розраховуємо значення швидкості автомобіля на зворотньому відрізку:

$$v_{CA} = \frac{105 \text{ км}}{0,75 \text{ год.}} = 140 \frac{\text{км}}{\text{год.}}$$

Коментар

Результат записуємо в м/с – представимо 1 км як 1000 м і 1 год як 3600 с. Результат, розрахований за допомогою простого калькулятора, округляємо з точністю до трьох значущих цифр:

$$v_{CA} = 140 \frac{\text{км}}{\text{год.}} = 140 \cdot \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = \frac{140}{3,6} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 38,888 \dots \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 38,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Спосіб 2.

Автомобіль проїхав зворотній відрізок від С до А за той же час, що й від А до С з різною швидкістю. Оскільки швидкість під час рівномірного руху є відношенням пройденого шляху до часу, то швидкість автомобіля під час руху від С до А становить:

$$105 \text{ км} : 0,75 \text{ год.} = 140 \text{ км/год.}$$

Коментар

Для перерахування одиниць швидкості з км/год в м/с ми можемо використовувати готовий спосіб:

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

Розрахунки зробимо на калькуляторі, а результат запишемо з відповідним округленням.

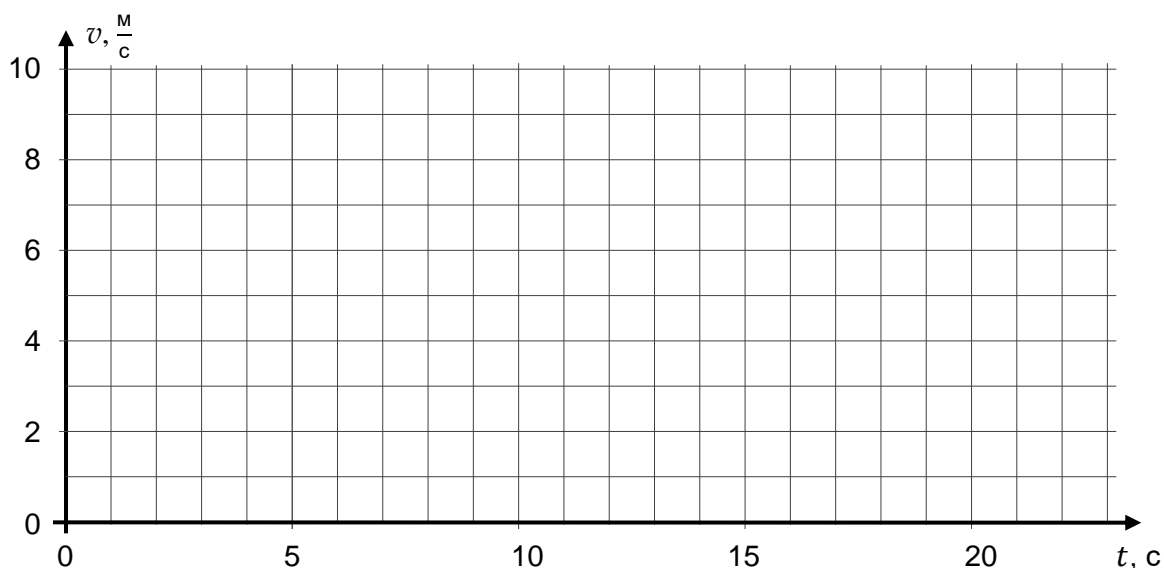
$$140 \frac{\text{км}}{\text{год.}} = 140 : 3,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 38,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Завдання 2. Самокат

Петро почав їхати електричним самокатом горизонтального прямою дорогою. На першому етапі руху він рухався рівноприскорено та протягом 5 с з моменту початку руху розігнався до швидкості 7 м/с. З цього моменту протягом наступних 17 с він їхав далі з постійною швидкістю.

Завдання 2.1. (0–1)

На діаграмі нижче нарисуй графік залежності швидкості самоката від часу протягом перших 22 секунд руху.

**Загальні вимоги**

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

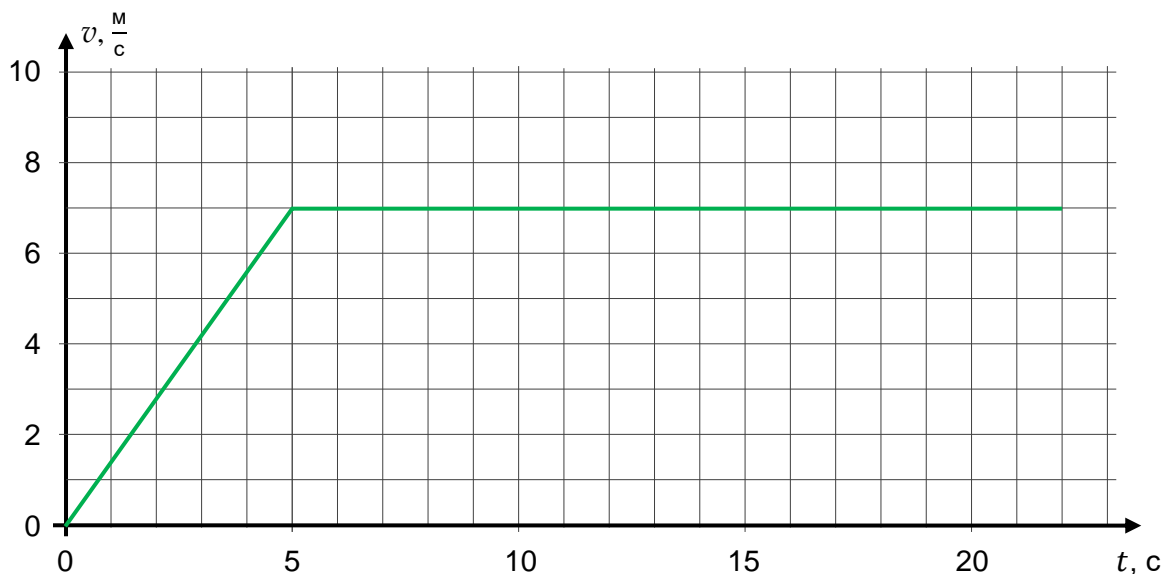
Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 1) витягує з текстів [...] ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.
- II. Рух і сили. Учень:
 - 6) розраховує значення швидкості та пройденого шляху на підставі графіків залежності швидкості та пройденого шляху від часу для прямолінійного рівномірного руху на відрізках та будує такі графіки на основі наданої інформації;
 - 7) називає рівноприскореним рухом рух, під час якого значення швидкості збільшується в одиничних часових інтервалах на одне і те ж значення [...];
 - 9) зчитує зміну швидкості та прискорення з графіків залежності швидкості від часу для прямолінійного рівноприскореного або рівносповільненого руху.

Правила оцінювання

1 бал – правильно збудований графік.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок**Завдання 2.2. (0–1)**

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Шлях s , пройдений самокатом від 5 с. до 22 с руху, становить

A. $s = 2,43$ м

B. $s = 35$ м

C. $s = 119$ м

D. $s = 154$ м

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

II. Рух і сили. Учень:

- 4) [...] застосовує для розрахунків залежність швидкості від пройденого шляху та часу, за який він був пройдений.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

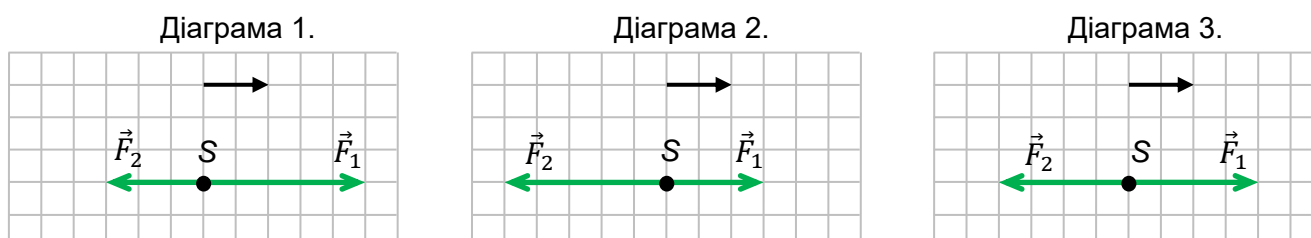
0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

C

Завдання 2.3. (0–2)

На діаграмах 1–3 зазначено сили, що діють в горизонтальному напрямку на самокат з Петром, що рухається горизонтальним відрізком дороги. Символ \vec{F}_1 означає рушійну силу, а символ \vec{F}_2 – силу опору середовища. Самокат з Петром представлений на діаграмах точкою S. Чорна стрілка у горішній частині кожної з діаграм показує, в який бік рухається Петро.



Доповни речення 1 і 2 нижче. Вибери відповідь з означених літерами А, В або С.

- Сили, які діють на самокат з Петром під час рівноприскореного руху, правильно зображені на
 - діаграмі 1.
 - діаграмі 2.
 - діаграмі 3.
- Сили, які діють на самокат з Петром під час рівномірного прямолінійного руху, правильно зображені на
 - діаграмі 1.
 - діаграмі 2.
 - діаграмі 3.

Загальні вимоги

- Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- Рух і сили. Учень:
 - застосовує поняття сили як спрямованої дії (вектора); вказує значення, напрямок і орієнтацію вектора сили; використовує одиницю вимірювання сили;
 - визначає та рисує рівнодійну силу для сил, що мають однаковий напрямок; описує та рисує сили, що врівноважуються;
 - аналізує поведінку тіл на підставі першого закону Ньютона;
 - [...] аналізує поведінку тіл на підставі другого закону Ньютона [...].

Правила оцінювання

- 2 бали – правильні відповіді в обох реченнях.
 1 бал – правильна відповідь в одному реченні.
 0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

1. А 2. С

Приклад розв'язків*Коментар*

Величину прискорення самоката ми розраховуємо за формулою:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Зчитуємо зміну швидкості самоката протягом 5 с його рівноприскореного руху:

$$\Delta v = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \Delta t = 5 \text{ с}$$

Обчислимо величину прискорення:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7 \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Коментар

Величину рівнодійної сил розраховуємо згідно із другим законом Ньютона:

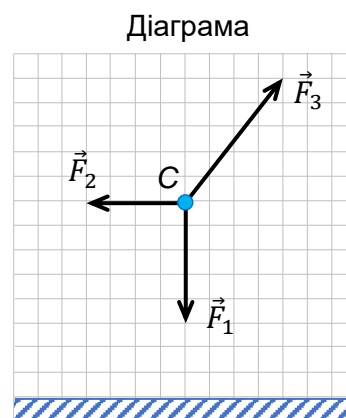
$$F = ma$$

$$F = 80 \text{ кг} \cdot 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 112 \text{ Н}$$

Завдання 3. Літаюча людина

Французький винахідник Френкі Запата побудував пристрій, який називається літаючою дошкою. На світлині нижче зображена людина, що летить за допомогою цього пристрою. Ця людина летить горизонтально, по прямій, з постійною швидкістю, а стрілка на світлині показує, в який бік вона рухається.

На діаграмі поруч зі світлиною точка C означає цю людину, що рівномірно летить у горизонтальному напрямку. Намальовані та позначені три сили, що діють на людину під час цього польоту: \vec{F}_1 , \vec{F}_2 та \vec{F}_3 .



www.core77.com

Завдання 3.1. (0–2)

Запиши нижче сили, що діють на людину під час польоту. Назви сил повинні вказувати на їхній фізичний характер.

Назва сили \vec{F}_1 :

Назва сили \vec{F}_2 :

Назва сили \vec{F}_3 :

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.

II. Рух і сили. Учень:

11) розпізнає та називає сили, наводить їхні приклади в різноманітних практичних ситуаціях (сили: тяжіння, тиску, пружності, опору середовища).

Правила оцінювання

2 бали – правильно названі три сили.

1 бал – правильно названі дві сили.

0 балів – неправильно названі обидві назви або відповідь неповна або немає відповіді.

Розв'язок

Назва сили \vec{F}_1 : *сила тяжіння/сила гравітації/вага*

Назва сили \vec{F}_2 : *сила опору повітря/сила опору середовища*

Назва сили \vec{F}_3 : *сила, з якою дошка штовхає (натискає на, діє на) людину/сила реакції дошки (допускається відповідь сила тяги двигунів, сила віддачі)*

Завдання 3.2. (0–1)

Оціни правдивість наведених тверджень. Вибери П, якщо твердження правдиве, або Н – якщо воно неправдиве.

Рівнодійна сила, що діє під час польоту на цю людину, становить 0 Н.	П	Н
Сила опору повітря, що діє під час польоту на цю людину, врівноважує її вагу.	П	Н

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.

II. Рух і сили. Учень:

14) аналізує поведінку тіл на підставі першого закону Ньютона.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

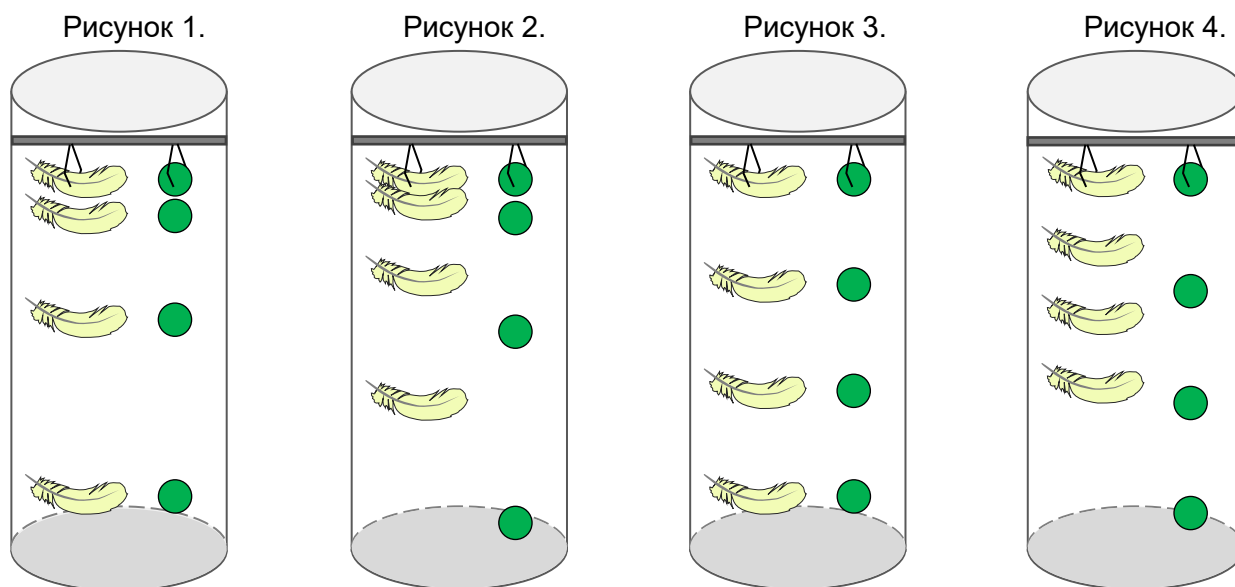
ПН

Завдання 4. Падіння пера та кульки в вакуумі

Учні вивчали вільне падіння тіл. Для цього вони використовували спеціальну трубу, в якій підвісили на однаковій висоті гумову кульку та легке перо. Потім учні відкачали з труби повітря, так що в ній утворився вакуум.

Завдання 4.1. (0–2)

У якийсь момент вони одночасно розкрили тримачі, що тримали перо і кульку в трубі, і обидва предмети почали падати в вакуумі. Рух тіл, що падають, проілюстровано на рисунку, на якому показано їхнє положення в окремі моменти, між якими проходив встановлений інтервал часу. На одному з рисунків 1–4 правильно показано падіння обох предметів.



Заверши речення. Встанови та запиши правильну відповідь та обґрунтуй її, спираючись на закон вільного падіння.

Падіння пера та кульки в вакуумі правильно проілюстровано на рисунку №..... .

Обґрунтування:

.....

.....

Загальні вимоги

- III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.
- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.

II. Рух і сили. Учень:

- 16) описує вільне падіння як приклад рівноприскореного руху;
- 15) [...] аналізує поведінку тіл на підставі другого закону Ньютона та застосовує для розрахунків залежність між силою та масою і прискоренням;
- 17) використовує поняття сили тяжіння; застосовує для розрахунків залежність між силою, масою та прискоренням вільного падіння.

Правила оцінювання

2 бали – правильна відповідь та правильне її обґрунтування, зі згадкою про те, що вільне падіння у вакуумі – це рівноприскорений рух, який не залежить від маси тіла.

1 бал – правильна відповіді і відсутність обґрунтування або неповне обґрунтування.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Зразок повного рішення

Падіння пера та кульки в вакуумі правильно проілюстровано на рисунку № 1.

Обґрунтування: Рух тіл, що падають у вакуумі, є рівноприскореним, тому відстані між положеннями тіла в послідовних, рівних проміжках часу повинні збільшуватися. Крім того, обидва тіла падають із прискоренням вільного падіння, яке не залежить від маси тіла. Тому в кожен момент падіння обидва предмети будуть знаходитися поруч один з одним.

Завдання 4.2. (0–1)

Заверши речення. Вибери відповідь А або В та її обґрунтування 1 або 2.

Механічна енергія тіла, що падає у вакуумній трубі після відкачування повітря,

А.	зберігається,	тому що під час падіння	1.	на тіло діє тільки сила тяжіння.
В.	не зберігається,		2.	на тіло діють сила тяжіння та сила опору.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

II. Рух і сили. Учень:

- 16) описує вільне падіння як приклад рівноприскореного руху.

III. Енергія. Учень:

- 3) використовує поняття кінетичної енергії, потенційної енергії гравітації [...];
- 5) посилається на закон збереження енергії для описування явищ [...].

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

A1

Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

II. Рух і сили. Учень:

- 8) використовує поняття прискорення для опису прямолінійного руху, рівноприскореного та рівносповільненого; вказує значення прискорення разом з одиницями вимірювання; застосовує для розрахунків залежність між прискоренням та зміною швидкості і часом, за який відбулася ця зміна;
- 16) описує вільне падіння як приклад рівноприскореного руху.

Правила оцінювання

2 бали – правильний метод розрахунку часу, правильний розрахунок і правильний числовий результат з одиницями вимірювання (0,51 с, також допускається результат 0,5 с).

1 бал – запис взаємозв'язку між прискоренням та зміною швидкості і часом, включно з позначенням прискорення як прискорення вільного падіння.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Приклад розв'язків*Коментар*

Скористаємося залежністю прискорення та зміни швидкості і часу, а також тим, що кулька, що падає, рухається рівноприскорено з прискоренням вільного падіння, а її початкова швидкість дорівнює нулю:

$$a = \frac{\Delta v}{t} \quad a = g \quad \rightarrow \quad g = \frac{v - 0}{t}$$

Потім:

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

Коментар

З зазначеної вище залежності визначимо t , підставимо дані:

$$t = \frac{v}{g} \quad \rightarrow \quad t = \frac{5 \frac{\text{М}}{\text{с}}}{9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}} \approx 0,51 \text{ с}$$

Завдання 5. Скейтбордист

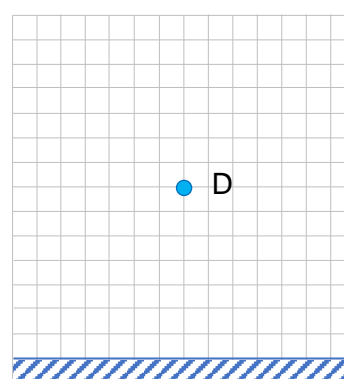
Скейтбордист розігнався, а потім зробив на скейті високий стрибок. На світлині він зображений у момент, коли він знаходився в найвищій точці польоту, над горизонтальним тротуаром.

На діаграмі поруч зі світлиною точка D представляє скейтбордиста в той момент, коли він опинився в найвищій точці стрибка. Під час аналізування стрибка знехтуй опором повітря.



<https://tapetynatelefon.mobi>

Діаграма



Назва сили:

.....

Завдання 5.1. (0–1)

На діаграмі поруч зі світлиною намалюй вектор сили, що діє на скейтбордиста в найвищій точці стрибка. Напиши під діаграмою що це за сила, зазначивши її фізичний характер.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.
- II. Рух і сили. Учень:
 - 10) застосовує поняття сили як спрямованої дії (вектора); вказує значення, напрямок і орієнтацію вектора сили; використовує одиницю вимірювання сили;

- 11) розпізнає та називає сили, наводить їхні приклади в різноманітних практичних ситуаціях (сили: тяжіння, тиску, пружності, опору середовища).

Правила оцінювання

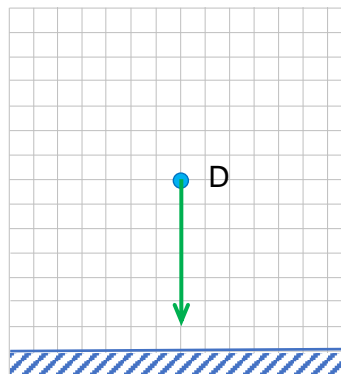
1 бал – правильно нарисований вектор сили та правильно названа сила.

0 бал – неправильний або неповний розв'язок або немає розв'язку.

Розв'язок

Назва сили:

сила тяжіння / вага / сила гравітації



Завдання 5.2. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Прискорення скейтбордиста в момент, коли він знаходився в найвищій точці під час стрибка,

- A. пропорційно швидкості скейтбордиста.
- B. пропорційно висоті стрибка.
- C. дорівнює близько 10 м/с^2 .
- D. дорівнює 0 м/с^2 .

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
- 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.
- II. Рух і сили. Учень:
- 15) [...] аналізує поведінку тіл на підставі другого закону Ньютона та застосовує для розрахунків залежність між силою та масою і прискоренням;
 - 17) використовує поняття сили тяжіння; застосовує для розрахунків залежність між силою, масою та прискоренням вільного падіння.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

C

Завдання 6. Жим штанги на плоскій лавці

Одним з типів змагань у силових видах спорту є боротьба жимами штанги лежачи на плоскій лавці. Каміль виконує на змаганнях підхід в боротьбі жимами.

Знявши штангу зі стійок, на першому етапі Каміль повільно опускає штангу на грудну клітину вертикально вниз рівномірним рухом.

На другому етапі, після команди судді, Каміль енергійно піднімає штангу вгору рівномірним прискореним рухом, до повного випростування рук. Під час цього руху він діє на штангу силою $F = 2300 \text{ Н}$, спрямованою вертикально вгору.



www.youtube.com

На останньому етапі Каміль ненадовго утримує штангу на розпрямлених руках та після команди судді кладе її на стійку.

Вага штанги $m = 200 \text{ кг}$. Прийми для розрахунків прискорення вільного падіння $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$.

Завдання 6.1. (0–1)

Доповни речення. Вибери правильну відповідь з позначених літерами А–С та цифрами 1–2.

Значення сили, з якою Каміль діє на штангу в першій фазі бою (під час рівномірного опускання штанги),

А.	дорівнює значенню ваги штанги,	і спрямована	1.	вертикально вгору.
В.	більша значення ваги штанги,			вертикально вниз.
С.	менша значення ваги штанги,		2.	

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

II. Рух і сили. Учень:

14) аналізує поведінку тіл на підставі першого закону Ньютона.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

A1

Приклад розв'язку

Коментар

Застосовуємо формулу розрахунку роботи сили вздовж шляху. Спортсмен діє постійною силою в напрямку руху штанги (більшою, ніж вага штанги), а отже робота цієї сили на шляху $s = h$ визначається формулою:

$$W_F = Fs = Fh$$

Коментар

До наведеної вище формули підставимо дані та розрахуємо роботу:

$$W_F = 2300 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м} = 920 \text{ Дж}$$

Завдання 6.4. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Робота, яку виконує сила, з якою Каміль діє на штангу на останньому етапі боротьби, від час нерухомого тримання піднятої штанги, дорівнює

A. 784 Дж

B. 920 Дж

C. 0 Дж

D. 136 Дж

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

III. Енергія. Учень:

- 2) використовує поняття механічної роботи разом з одиницями її вимірювання; застосовує для розрахунків залежність між роботою сили та шляхом, на якому вона була виконана.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

C

Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 6) здійснює розрахунки та записує результат згідно з правилами округлення, а також зі збереженням числа значущих цифр, обумовлених точністю вимірювання або даними;
- 7) перераховує кратні та частинні одиниці (мікро -, милі -, центи -, гекто -, кіло -, мега-).

V. Властивості матерії. Учень:

- 2) застосовує для розрахунків залежність між щільністю та масою і об'ємом.

Правила оцінювання

3 бали – правильний метод розрахунку товщини золотих листів, правильний розрахунок та правильний числовий результат з одиницями вимірювання, виражений у мікрометрах та з точністю до двох значущих цифр.

2 бали – правильний метод розрахунку товщини листів і правильний числовий результат з одиницями вимірювання, записаний без необхідної точності.

1 бал – правильний розрахунок об'єму 1 г золота
АБО

– правильний метод розрахунку товщини листів (тобто застосування формули розрахунку об'єму разом із застосуванням формули розрахунку щільності).

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклад розв'язку*Коментар*

Розрахуємо об'єм 1 г золота (будь-якої форми) за формулою розрахунку щільності:

$$d = \frac{m}{V} \quad \rightarrow \quad V = \frac{m}{d} \quad \rightarrow \quad V = \frac{0,001 \text{ кг}}{19\,300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{1,93 \cdot 10^4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \approx 5,18 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

Коментар

Розрахуємо товщину h листів золота за формулою розрахунку об'єму прямокутного паралелепіпеда. Результат запишемо з точністю до двох значущих цифр.

$$V = hS \quad \rightarrow \quad h = \frac{V}{S} \quad \rightarrow \quad h \approx \frac{5,18 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3}{1 \text{ м}^2} = 5,18 \cdot 10^{-8} \text{ м} \approx 0,052 \text{ мкм}$$

Завдання 8. Контроль маси тіла

Спортсменка з дзюдо, що стартує в категорії до 52,2 кг, щоранку вимірює масу свого тіла за допомогою електронних ваг. Спортсменка стежить за тим, щоб до змагань не перевищувати межі маси для своєї категорії, а кожен результат записує разом з невизначеністю. Одного разу, коли спортсменка встала на домашні ваги, вони показали результат, як на світлинці нижче.

Припустимо, що невизначеність вимірювання за допомогою електронних ваг дорівнює роздільній здатності дисплея, а остання цифра, що висвітлюється на дисплеї, може бути кожною від 0 до 9. Роздільна здатність дисплея – це найменше значення, більше нуля, яке він може показати.



Завдання 8.1. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Правильно записаний результат вимірювання ваги спортсменки з урахуванням невизначеності – це

- A. $(49 \pm 0,6)$ кг
- B. $(49,0 \pm 0,6)$ кг
- C. $(49,6 \pm 0,1)$ кг
- D. $(50,0 \pm 0,4)$ кг

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 5) використовує поняття невизначеності вимірювання; записує результат вимірювання разом з одиницями вимірювання та з урахуванням інформації про невизначеність.
- V. Властивості матерії. Учень:
 - 1) використовує поняття маси та щільності та їхні одиниці вимірювання [...].

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

C

Приклад розв'язку

Коментар

По-перше, припустимо, що показання 49,6 кг домашніх ваг занижено на 0,1 кг – тоді справжня маса спортсменки становить 49,7 кг. По-друге, припустимо, що показання ваг на змаганнях буде дорівнювати 52,2 кг і буде завищене на 0,05 кг – тоді справжня вага спортсменки складатиме 52,15 кг. Отже, спортсменка може дозволити собі набрати масу:

$$\Delta m = (52,2 \text{ кг} - 0,05 \text{ кг}) - (49,6 \text{ кг} + 0,1 \text{ кг}) = 52,15 \text{ кг} - 49,7 \text{ кг} = 2,45 \text{ кг}$$

Завдання 9. Танення льоду (0–1)

Шматок льоду температурою $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ був кинутий в посудину з водою кімнатної температури. Через деякий час весь лід розтанув.

Доповни речення. Вибери правильну відповідь з позначених літерами А–С та цифрами 1–3.

Під час танення шматок льоду

А.	отримував тепло від води,	а температура льоду, що ще не розтанув,	1.	збільшувалася.
В.	віддавала тепло у воду,		2.	зменшувалася.
С.	не обмінювалася теплом з водою,		3.	залишалася постійною.

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

IV. Теплові явища. Учень:

- 9) розрізняє та називає зміни агрегатного стану; аналізує явища плавлення, кристалізації, кипіння, конденсації, сублімації і ресублімації як процеси, під час яких додавання енергії у вигляді тепла не викликає зміни температури.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

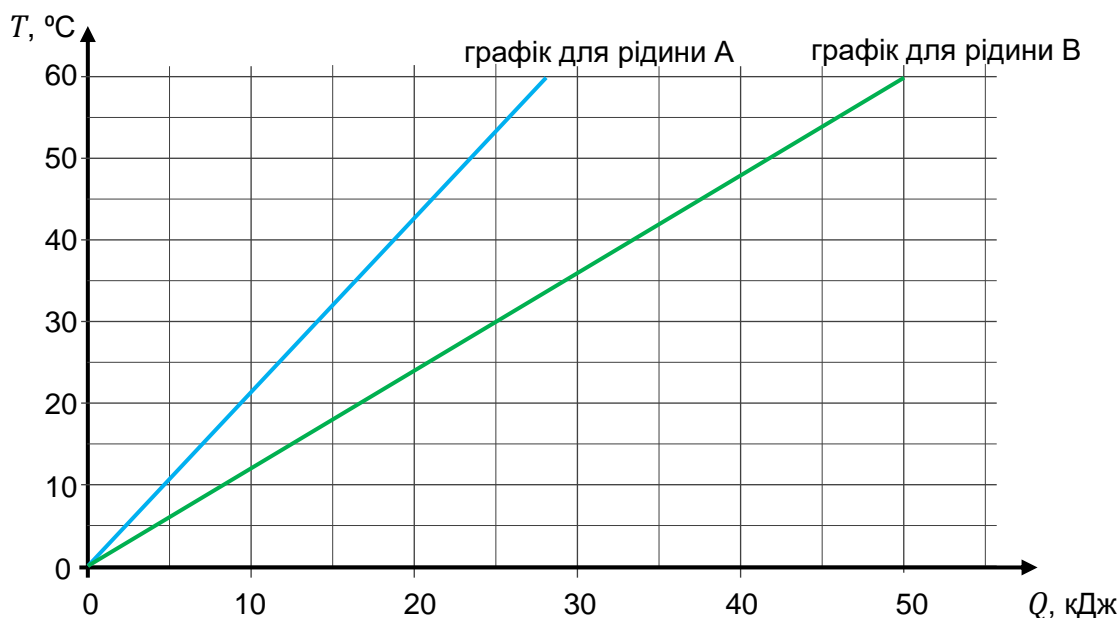
0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

А3

Завдання 10. Визначення питомої теплоємності речовини

Учні провели експеримент, в якому вони вимірювали залежність приросту температури від подаваного тепла двох різних рідин А і В. Маса рідини В дорівнювала масі рідини А і становила 0,34 кг. Результати експерименту учні представили на діаграмі у вигляді двох графіків. На кожному з графіків нижче показана залежність приросту температури від подаваного тепла для обох рідин. Питому теплоємність рідини А позначимо c_A , а питому теплоємність рідини В позначимо c_B .

**Завдання 10.1. (0–1)**

Запиши нижче відповідне співвідношення ($>$, $=$, $<$) між значеннями питомої теплоємності рідини А та рідини В.

$$c_A \dots\dots\dots c_B$$

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.

IV. Теплові явища. Учень:

- 6) використовує поняття питомої теплоємності разом з її одиницями вимірювання.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

$$c_A < c_B$$

Приклад розв'язку*Коментар*

Скористаємося зв'язком між атмосферним тиском та силою тиску і поверхнею, на яку діє сила тиску:

$$p_{at} = \frac{F}{S} \quad \rightarrow \quad F = p_{at}S$$

Коментар

Підставимо дані та зробимо розрахунки:

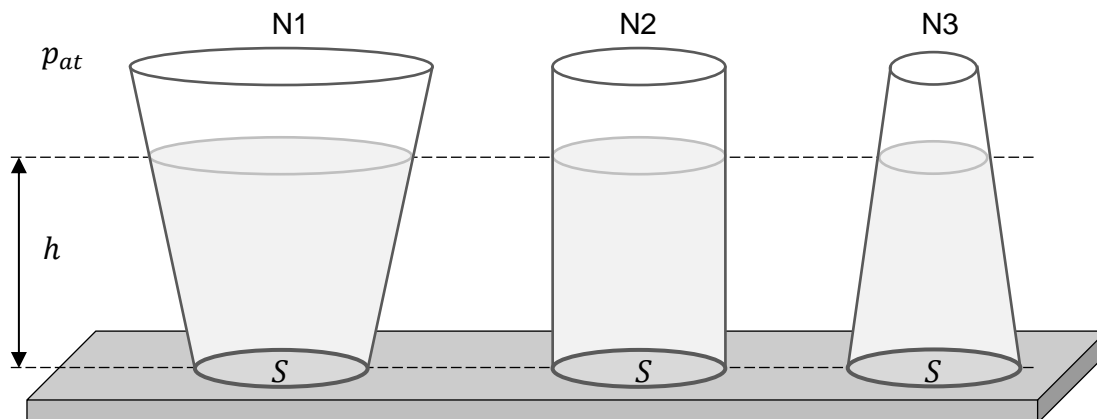
$$F = 1000 \text{ гПа} \cdot 10 \text{ см}^2 = 100\,000 \text{ Па} \cdot 0,001 \text{ м}^2 = 100 \text{ Н}$$

Завдання 12. Гідростатичний парадокс

Три відкриті посудини, позначені N1, N2 і N3, було встановлено на горизонтальній поверхні столу. Всі судини мали однакові днища у формі кола, площа поверхні якого $S = 400 \text{ см}^2$. У посудини налили різну кількість води. Поверхня дзеркала води в кожній посудині розташовувалася на однаковій висоті $h = 30 \text{ см}$ над дном посудини (див. рисунок нижче).

Щільність води $d = 1000 \text{ кг/м}^3$, а атмосферний тиск $p_{at} = 1000 \text{ гПа}$.

Порожні посудини мають однакову масу.



Завдання 12.1. (0–1)

Яке з наступних тверджень про тиск посудин на поверхню столу є вірним? Вибери вірну відповідь серед наведених.

- A. Найбільший тиск на поверхню столу чинить посудина N1.
- B. Найбільший тиск на поверхню столу чинить посудина N2.
- C. Найбільший тиск на поверхню столу чинить посудина N3.
- D. Кожна посудина чинить однаковий тиск на поверхню столу.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- II. Рух і сили. Учень:
 - 11) розпізнає та називає сили, наводить їхні приклади в різноманітних практичних ситуаціях (сили: тяжіння, тиску [...]);
 - 14) аналізує поведінку тіл на підставі першого закону Ньютона.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

A

Завдання 12.2. (0–1)

Оціни правдивість наведених тверджень. Вибери П, якщо твердження правдиве, або Н – якщо воно неправдиве.

Тиск води безпосередньо перед дном посудини однаковий у всіх судинах.	П	Н
Сила тиску води на дно посудини N1 більша, ніж сила тиску води до дна інших посудин.	П	Н

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- V. Властивості матерії. Учень:

- 3) використовує поняття сили тиску (напору) та поняття тиску [...] рідин разом з одиницями його вимірювання; застосовує для розрахунків залежність між силою тиску та тиском;
- 6) застосовує для розрахунків залежність між гідростатичним тиском та висотою стовпа рідини і її щільністю.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

ПН

Приклад розв'язку*Коментар*

Загальний тиск на дно посудини – це сума тиску p_h , який спричиняє водяний стовп, тиску p_t , пов'язаного з силою тиску навантаженого поршня, а також атмосферного тиску p_{at} :

$$p = p_h + p_t + p_{at}$$

Коментар

Запишемо формули розрахунку тиску стовпа рідини та залежності між силою тиску навантаженого поршня та тиском, який він чинить:

$$p_h = dgh \quad p_t = \frac{mg}{S}$$

Коментар

Розрахуємо окремі компоненти загального тиску:

$$p_h = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,3 \text{ м} = 3000 \text{ Па}$$

$$p_t = \frac{20 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,04 \text{ м}^2} = 5000 \text{ Па}$$

$$p_{at} = 1000 \text{ hPa} = 100\,000 \text{ Па}$$

Коментар

Розрахуємо загальний тиск:

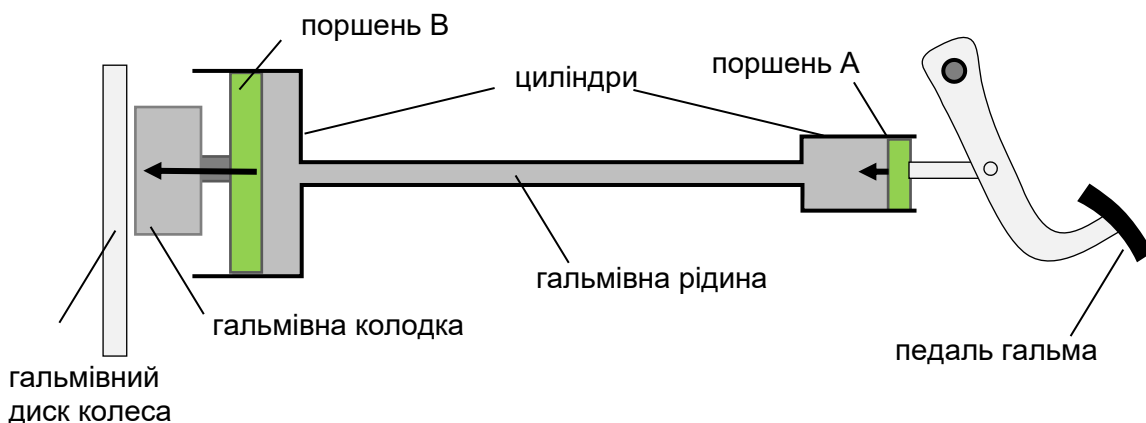
$$p = 3000 \text{ Па} + 5000 \text{ Па} + 100\,000 \text{ Па} = 108\,000 \text{ Па} = 1080 \text{ гПа}$$

Завдання 13. Гідравлічна гальмівна система в автомобілі

Гідравлічна гальмівна система в автомобілі дозволяє перенести та збільшити силу натиску з педалі гальма на гальмівні колодки. Педаль гальма та колодки з'єднані з поршнями А і В, між якими у шлангах розташована гальмівна рідина.

Коли водій натискає на педаль гальма, то поршень А чинить тиск на гальмівну рідину, в результаті чого її тиск збільшується. Ця рідина діє силою тиску на поршень В, який притискає гальмівні колодки до гальмівного диска колеса автомобіля. Обидва поршні – це циліндри з різними радіусами.

На рисунку нижче показана спрощена (без допоміжного обладнання) модель такої гальмівної системи з однією гальмівною колодкою. Припустимо, що компоненти системи розташовані на одній висоті, а гальмівна рідина є нестисливою. Знехтуй тертям поршнів об стінки камери.



Завдання 13.1. (0–1)

Оціни правдивість наведених тверджень. Вибери П, якщо твердження правдиве, або Н – якщо воно неправдиве.

Тиск гальмівної рідини в поршневому циліндрі В більше ніж тиск гальмівної рідини в поршневому циліндрі А.	П	Н
Сила тиску гальмівної рідини, що діє на поршень В, має те ж значення, що й сила, з якою поршень А діє на гальмівну рідину.	П	Н

Загальні вимоги

IV. Використання інформації, отриманої з аналізу джерел, зокрема науково-популярних текстів.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує з текстів, [...] схематичних рисунків [...] ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.

Правила оцінювання

- 3 бали – правильний метод розрахунку сили, правильний розрахунок та правильний числовий результат з одиницями вимірювання.
- 2 бали – правильний метод та доведення до формули розрахунку еквівалентної залежності $\frac{F_A}{F_B} = \frac{r_A^2}{r_B^2}$ (із символів або з правильно підставленими числовими даними).
- 1 бал – використання закону Паскаля, тобто прирівнювання тиску на поршні А до тиску на поршні В
АБО
– використання залежності між силою тиску, площею поверхні та тиском і запис формули розрахунку площі кола (ідентифікація поверхні).
- 0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклад розв'язку

Коментар

Сила, з якою поршень В притискає гальмівну колодку, дорівнює силі тиску, що діє на поршень В. Отже, розрахуємо силу тиску, що діє на поршень В. Скористаємося законом Паскаля, згідно з яким тиск на поршні А має дорівнювати тиску на поршні В:

$$p_A = p_B$$

Коментар

Скористаємося зв'язком між тиском та силою тиску і поверхнею, на яку діє сила тиску:

$$p = \frac{F}{S}$$

Вищенаведену залежність застосуємо для розрахунку сил тиску, що діють на поверхні обох поршнів:

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

Коментар

Наведене вище рівняння перетворимо, підставимо формулу розрахунку площі кола, підставимо дані з завдання та розрахуємо значення сили.

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\pi r_A^2}{\pi r_B^2} = \frac{r_A^2}{r_B^2}$$

$$\frac{150 \text{ Н}}{F_B} = \frac{(2 \text{ см})^2}{(6 \text{ см})^2} \rightarrow \frac{150 \text{ Н}}{F_B} = \frac{1}{9}$$

$$F_B = 1350 \text{ Н}$$

- 1 бал – посилання на закон збереження енергії без згадки про те, що робота, виконана в системі, не була перетворена в тепло або зміну об'єму рідини
АБО
- запис формул розрахунку роботи W_A , W_B обох поршнів, включно з записом формули розрахунку сили тиску або включно з посиланням на закон Паскаля.
- 0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклади розв'язків

Спосіб 1. (Словесне обґрунтування з посиланням на закон збереження енергії).

Згідно з текстом завдання, механічна робота, виконана в системі поршнем А, не була перетворена в зміну об'єму рідини ані не була перетворена в тепло. Отже, згідно з законом збереження енергії, робота, виконана поршнем А в системі, дорівнює роботі, виконаної системою над поршнем В.

Спосіб 2. (Обґрунтування за допомогою формул).

Коментар

Запишемо формули розрахунку робіт і скористаємось формулою розрахунку сили тиску та об'єму:

$$W_A = F_A \Delta x_A = p_A S_A \Delta x_A = p_A \Delta V_A$$

$$W_B = F_B \Delta x_B = p_B S_B \Delta x_B = p_B \Delta V_B$$

Оскільки $p_A = p_B$ (закон Паскаля) і $\Delta V_A = \Delta V_B$ (збереження об'єму рідини), то:

$$W_A = W_B$$

Завдання 14. Контейнеровоз

Зображене на світлині нижче судно (контейнеровоз) пливе морем і перевозить важкі контейнери. Об'єм зануреної частини корпусу контейнеровоза є постійним та дорівнює $65\,000\text{ м}^3$. Прийми для розрахунків, що щільність морської води становить 1020 кг/м^3 .



<https://commons.wikimedia.org>

Завдання 14.1. (0–1)

На контейнеровозі діють у вертикальному напрямку дві сили: загальна вага контейнеровоза (тобто включно з вантажем) величиною Q_k і виштовхувальна сила величиною F_w .

Доповни речення. Вибери правильну відповідь з позначених літерами А–С та цифрами 1-2.

Правильна залежність між виштовхувальною силою та загальною вагою контейнеровоза разом з вантажем визначається відношенням

A.	$Q_k > F_w$,	а величина виштовхувальної сили така ж, як і величина ваги води з об'ємом, що дорівнює	1.	об'єму зануреної частини контейнеровоза.
B.	$Q_k = F_w$,		2.	об'єму контейнеровоза з вантажем.
C.	$Q_k < F_w$,			

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Приклади розв'язків

Спосіб 1. (Аналіз сили крок за кроком).

Позначимо:

F_w – виштовхувальна сила

Q_k – вага всього контейнеровоза, включно з вантажем

Q_{wc} – вага рідини, об'єм якої дорівнює об'єму зануреної частини контейнеровоза (так званої "витісненої рідини")

m_k – маса всього контейнеровоза, включно з вантажем

m_{wc} – маса рідини, об'єм якої дорівнює об'єму зануреної частини контейнеровоза (так званої "витісненої рідини").

Коментар

Згідно з першим законом Ньютона, контейнеровоз має постійне занурення, коли виштовхувальна сила врівноважує загальну вагу контейнеровоза:

$$F_w = Q_k$$

Коментар

Згідно з законом Архімеда, величина виштовхувальної сили дорівнює значенню ваги рідини, об'єм якої дорівнює зануреній частині контейнеровоза (так званої "витісненої рідини"):

$$F_w = Q_{wc}$$

З наведених вище обох рівнянь випливає, що:

$$Q_k = Q_{wc}$$

Коментар

Скористаємося залежністю $Q = mg$ між вагою та масою та прискоренням вільного падіння:

$$m_k g = m_{wc} g \quad \rightarrow \quad m_k = m_{wc}$$

$$m_k = m_{wc} = V_{wc} d = 65\,000 \text{ м}^3 \cdot 1020 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 66\,300\,000 \text{ кг} = 66\,300 \text{ тонн}$$

Спосіб 2. (Безпосереднє використання умов плавання тіл).

Позначимо:

Q_k – вага всього контейнеровоза, включно з вантажем

Q_{wc} вага рідини, об'єм якої дорівнює об'єму зануреної частини контейнеровоза (так званої "витісненої рідини")

m_k – маса всього контейнеровоза, включно з вантажем

m_{wc} – маса рідини, об'єм якої дорівнює об'єму зануреної частини контейнеровоза (так званої "витісненої рідини").

Коментар

Скористаємося готовими умовами плавання тіл, яке враховує перший закон Ньютона та закон Архімеда: тіло плаває, коли його вага дорівнює вазі рідини, об'єм якої дорівнює зануреній частині тіла (так званої витісненої рідини).

$$Q_k = Q_{wc}$$

Коментар

Скористаємося залежністю $Q = mg$ між вагою та масою та прискоренням вільного падіння:

$$m_k g = m_{wc} g \rightarrow m_k = m_{wc}$$
$$m_k = m_{wc} = V_{wc} d = 65\,000 \text{ м}^3 \cdot 1020 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 66\,300\,000 \text{ кг} = 66\,300 \text{ тонн}$$

Завдання 15. Краплі води та водомірка ставкова

На світлині 1 видно краплі, які утворилися після підкидання порції води. На світлині 2 зображена комаха – водомірка ставкова, яка тримається на поверхні води так, що жодна з частин її тіла не занурена у воду.

Світлина 1.

www.pexels.com

Світлина 2.

<https://pixabay.com>**Завдання 15.1. (0–1)**

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Молекули води приймають форму крапель завдяки силам

- A. виштовхування.
- B. гравітації.
- C. зчеплення.
- D. опору.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.
- V. Властивості матерії. Учень:
 - 8) [...]; ілюструє існування сил зчеплення і в цьому контексті пояснює утворення крапель.

Правила оцінювання

1 бал – правильне доповнення одного речення.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

С

Завдання 15.2. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Водомірка ставкова тримається на поверхні води завдяки явищу

- A. конвекції.
- B. поверхневого натягу.
- C. заморожування.
- D. виштовхування повітря.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.
- V. Властивості матерії. Учень:
 - 8) описує явище поверхневого натягу [...].

Правила оцінювання

1 бал – правильне доповнення одного речення.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

B

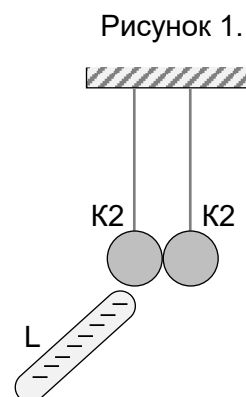
ЕЛЕКТРИКА ТА МАГНЕТИЗМ

Завдання 16. Електростатичні явища

Учні вивчали електростатичні явища. Для цього вони провели експеримент, для якого вони використали дуже легкі кульки K1 і K2 з металевим покриттям, підвішені на ізолювальних нитках. Обидві кульки спочатку не мали електричного заряду. Крім кульок використовувалася пластикова паличка L, яка була негативно наелектризована за допомогою потирання її о вовняну тканину.

Експеримент

Кульки були підвішені так, що вони торкалися одна одної (але не натискали). Потім до кульки K1 обережно доторкнулися наелектризованою паличкою L. Після дотику до кульки паличкою учні спостерігали за поведінкою кульок. На рисунку 1 зображена ситуація безпосередньо перед дотиком.



Завдання 16.1. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Під час електризування палички шляхом протирання її о вовняну тканину

- A. електрони перейшли з палички на тканину.
- B. електрони перейшли з тканини на паличку.
- C. позитивні заряди перейшли з палички на тканину.
- D. позитивні заряди перейшли з тканини на паличку.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

VI. Електрика. Учень:

- 1) описує способи електрифікування тіл тертям і дотиком; зазначає, що ці явища полягають в переміщенні електронів.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

B

Завдання 16.2. (0–1)

Заверши речення так, щоб воно було правдивим. Вибери відповідь А, В або С і її обґрунтування 1, 2 або 3.

Під час дотику до кульки К1 наелектризованою паличкою L учні помітили, що обидві кульки

А.	трохи віддалилися одна від одної,	тому що кулька К2	1.	отримала негативний заряд.
В.	залишилися нерухомими, без тиску одна на одну,		2.	отримала позитивний заряд.
С.	залишалися нерухомими, притягнувшись одна до одної,		3.	залишилася незарядженою.

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

VI. Електрика. Учень:

- 2) якісно описує взаємодію однойменних і різнойменних зарядів;
- 3) відрізняє провідники від ізоляторів і наводить їхні приклади.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

A1

VI. Електрика. Учень:

- 10) використовує поняття роботи і потужності електричного струму разом з одиницями їхнього вимірювання; застосовує для розрахунків залежності між цими величинами; перераховує електричну енергію, виражену в кіловат-годинах у джоулі і навпаки.

Правила оцінювання

3 бали – правильний метод розрахунку суми, заощадженої протягом року, правильний розрахунок та правильний числовий результат з одиницями вимірювання, виражений з точністю до двох значущих цифр.

2 бали – правильний метод розрахунку електроенергії, заощадженої протягом року, і правильний числовий результат з одиницями вимірювання.

1 бал – правильний метод розрахунку електроенергії, яку споживає лампа розжарювання (або світлодіодна лампа) протягом року: використання залежності між потужністю та енергією і часом, а також правильне визначення часу роботи лампи розжарювання (або світлодіодної лампи) протягом року, включно з правильним розрахунком величини.

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклади розв'язків

Спосіб 1. (Рішення крок за кроком).

Коментар

Розрахуємо час роботи лампи розжарювання або світлодіодної лампи протягом року (згідно з прийнятими припущеннями):

$$t = 365 \text{ дні} \cdot 5 \frac{\text{ГОД}}{\text{ДНІ}} = 1825 \text{ годин}$$

Коментар

Розрахуємо енергію, яку споживає лампа розжарювання, і енергію, яку споживає світлодіодна лампа протягом року. Скористаємося формулою розрахунку потужності:

$$P = \frac{E}{t} \quad \rightarrow \quad E_z = P_z t \quad E_{LED} = P_{LED} t$$

$$E_z = 75 \text{ Вт} \cdot 1825 \text{ г} = 136\,875 \text{ Втг} \approx 137 \text{ кВтг}$$

$$E_{LED} = 12 \text{ Вт} \cdot 1825 \text{ г} = 21\,900 \text{ Втг} = 21,9 \text{ кВтг}$$

Коментар

Розрахуємо кількість енергії, заощадженої протягом року:

$$E_{osz} = E_z - E_{LED} \quad \rightarrow \quad E_{osz} \approx 115 \text{ кВтг}$$

Коментар

Розрахуємо суму, заощаджену протягом року на електроенергії. Результат округлимо до двох значущих цифр:

$$K \approx 115 \text{ кВтг} \cdot 0,55 \frac{\text{зл}}{\text{кВтг}} = 63,25 \dots \text{ зл} \approx 63 \text{ зл}$$

Спосіб 2. (Всі залежності в одному записі).

Коментар

Розрахуємо безпосередньо суму, заощаджену протягом року на електроенергії. В одній формулі запишемо різницю в потужності між традиційною та світлодіодною лампою, залежність між потужністю та енергією і часом, час роботи протягом року і перерахунок енергії на гроші.

$$K = (75 \text{ Вт} - 12 \text{ Вт}) \cdot 365 \text{ дні} \cdot 5 \frac{\text{годин}}{\text{день}} \cdot 0,55 \frac{\text{зл}}{1000 \text{ Втг}} \approx 63,23 \dots \text{ зл} \approx 63 \text{ зл}$$

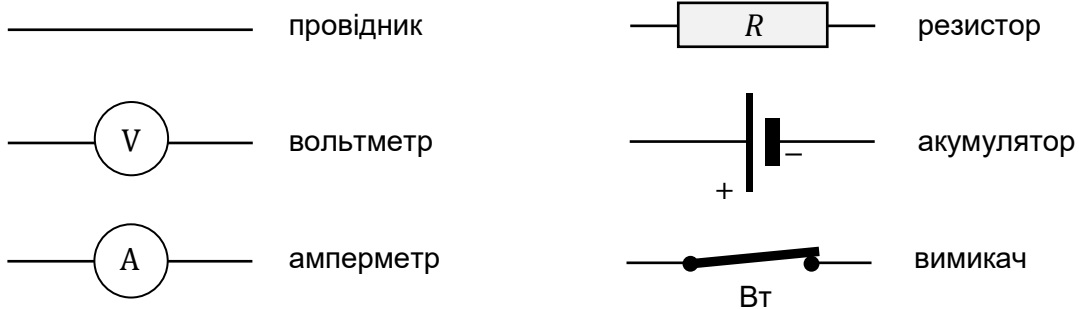
Завдання 18. Визначення електричного опору

Учні визначали опір R резистора. Для цього вони побудували електричний ланцюг, що складається з батареї, тестованого резистора, вольтметра V , амперметра A , а також вимикача W , що дозволяє від'єднувати батарею від ланцюга. Після того, як схема була побудована, учні виконали вимірювання сили I струму, що протікає через резистор, і напруги U на резисторі. Значення, виміряні учнями, становили відповідно:

$$I = 0,160 \text{ A} \quad \text{і} \quad U = 4,46 \text{ В}$$

Завдання 18.1. (0–2)

Нижче наведено графічні символи компонентів схеми, які використовували учні. Опір амперметра незначно малий, а опір вольтметра дуже великий в порівнянні з R .



Намалюй схему електричного ланцюга, яка дозволить виконати вимірювання, описані в тексті завдання. Використай всі наведені символи компонентів схеми.

Місце для рисунка

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

VI. Електрика. Учень:

- 13) рисує схеми електричних ланцюгів, що складаються з одного джерела енергії, одного приймача, вимірювальних пристроїв і вимикачів; використовує графічні символи цих елементів.

Розв'язок*Коментар*

Скористаємося залежністю між напругою, струмом та опором:

$$R = \frac{U}{I} \quad \rightarrow \quad R = \frac{4,46 \text{ V}}{0,160 \text{ A}} = 27,875 \Omega \approx 27,9 \Omega$$

Завдання 18.3. (0–1)

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Електричний заряд, що протікав протягом 2 с через резистор, становив

- A. 2,23 С B. 8,92 С C. 0,08 С D. 0,32 С

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

VI. Електрика. Учень:

- 8) використовує поняття сили струму разом з одиницею її вимірювання; застосовує для розрахунків залежність між силою струму та зарядом і часом його протікання через поперечний переріз провідника.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

D

Завдання 18.4. (0–1)

Доповни наведені нижче речення. Вибери правильну відповідь серед варіантів А–В, і відповідь серед варіантів С–D.

Електрична енергія струму, що протікає через резистор, була перетворена у **A / B**.

- A. механічну енергію резистора B. тепло, що виділилося на резисторі

Кількість перетвореної протягом однієї секунди електричної енергії струму, що протікає через резистор, становила близько **C / D**.

- C. 0,714 Дж D. 27,9 Дж

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

VI. Електрика. Учень:

- 9) використовує поняття електричної напруги як величину, що визначає кількість енергії, необхідну для перенесення одиничного заряду в ланцюзі [...];
- 11) виділяє форми енергії, у які перетворюється електрична енергія [...].

Правила оцінювання

1 бали – правильні відповіді в обох реченнях.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

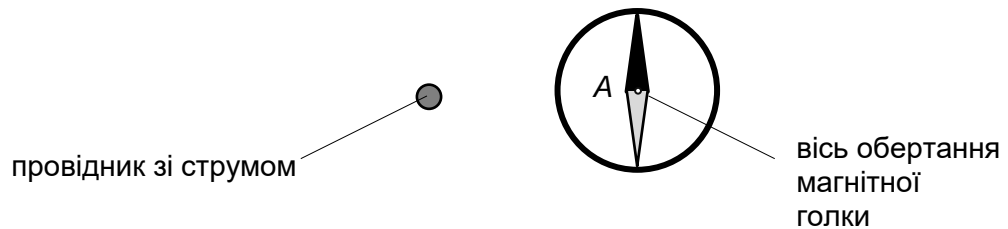
ВС

Завдання 19. Магнітна голка та провідник зі струмом

Учні поклали магнітну голку на стіл. Поруч з голкою був розташований вертикальний прямолінійний провідник, яким протікав постійний струм. Провідник проходив через отвір в столі, і струм протікав вертикально вгору. Північний полюс голки був пофарбований в чорний колір. На рисунках 1 – 3 зображено вигляд системи зверху.

Магнітна голка, розташована в точці *A* обернулася, як показано на рисунку 1. Припустимо, що струм, який використовується в експерименті, був на стільки великий, що можна знехтувати магнітним впливом Землі на голку.

Рисунок 1.

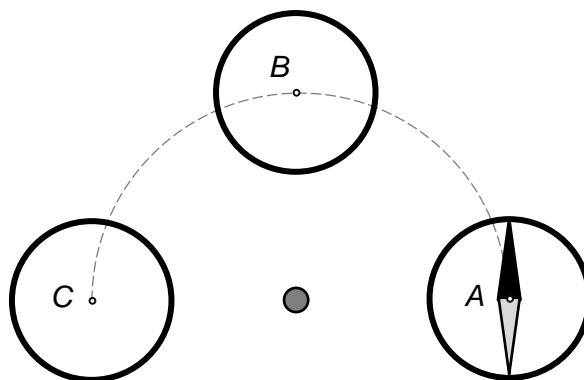


Завдання 19.1. (0–1)

Учні переміщували голку вздовж дуги, що зазначена пунктирною лінією (рисунок 2.).

Домалюй правильно розташовану магнітну голку, коли її центр був послідовно в точках *B* і *C*. Пофарбуй північний полюс голки.

Рисунок 2.



Загальні вимоги

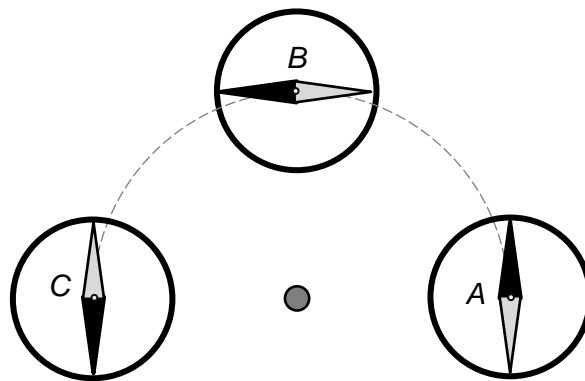
- III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.
- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
- 3) розрізняє поняття: спостереження, вимірювання, експеримент; проводить вибрані спостереження, вимірювання та експерименти на підставі їхніх описів.
- VII. Магнетизм. Учень:
- 4) описує поведінку магнітної голки в навколо прямолінійного провідника зі струмом;
- 7) експериментально: б) демонструє явище впливу провідника зі струмом на магнітну голку.

Правила оцінювання

- 1 бал – намальоване правильне розташування голки в точці *B* і в точці *C*.
- 0 бал – неправильний або неповний розв'язок або немає розв'язку.

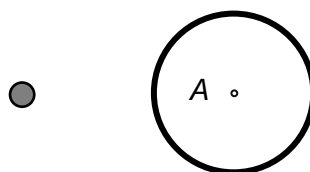
Правильний розв'язок

Завдання 19.2. (0–1)

Голку знову помістили в точку A , і в провіднику було змінено напрямок струму. У новій ситуації, яку частково проілюстровано на рисунку 3, струм тече в протилежному напрямку, ніж в ситуації, яку зображено на рисунку 1.

На рисунку 3 домалюй правильно розташовану магнітну голку, коли її центр знову буде в точці A . Пофарбуй північний полюс голки.

Рисунок 3.

**Загальні вимоги**

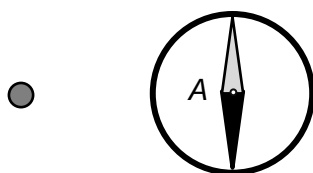
- III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.
- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 - 3) розрізняє поняття: спостереження, вимірювання, експеримент; проводить вибрані спостереження, вимірювання та експерименти на підставі їхніх описів.
- VII. Магнетизм. Учень:
 - 4) описує поведінку магнітної голки в навколо прямолінійного провідника зі струмом;
 - 7) експериментально: б) демонструє явище впливу провідника зі струмом на магнітну голку.

Правила оцінювання

- 1 бал – намалюй правильне розташування голки в точці A після зміни напрямку струму в провіднику.
- 0 бал – неправильний або неповний розв'язок або немає розв'язку.

Розв'язок

Завдання 20. Електромагніти

На рисунку нижче показано перенесення залізних труб за допомогою електромагнітів, що живляться постійним струмом. Кранівник може змінювати силу струму, що протікає в обмотках електромагніта, може змінювати напрямок струму в обмотках електромагніта, може вмикати та вимикати струм, що протікає через електромагніти.



<https://pixabay.com>

Завдання 20.1. (0–1)

Замість електромагнітів для переміщення цих труб можна було б використовувати магніти з близькою силою притягання.

Поясни, чому використання електромагнітів є більш практичним, ніж використання магнітів.

.....
.....

Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує з текстів [...] ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах;
- 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.

VII. Магнетизм. Учень:

- 5) описує конструкцію та роботу електромагніта; описує взаємодію електромагнітів і магнітів; називає приклади застосування електромагнітів.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь, що посиляється на можливість вмикання та вимикання електромагніта і неможливість вимикання магніту, або відповідь, що посиляється на можливість регулювання сили притягання електромагніта через зміну сили струму.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Зразкова відповідь

Електромагніт поводить як магніт, коли струм тече через обмотку електромагніта, тому його можна вмикати та вимикати. Магніт не можна вимкнути, тому вантажі, притягнуті магнітом, будуть різко вдарятися об нього, після чого їх буде важко відірвати.

Завдання 20.2. (0–1)

Кранівник мусить підняти з землі важкий магніт. Однак виявляється, що ввімкнені в цей момент електромагніти крана не притягують цей магніт, а відштовхуються від нього.

Напиши, що мусить зробити кранівник, щоб електромагніти притягували важкий магніт, що лежить на землі. Відповідь обґрунтуй.

.....
.....

Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує з текстів [...] ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах;
- 2) розпізнає явище в контексті, називає його та визначає істотні та неістотні для його перебігу чинники.

VII. Магнетизм. Учень:

- 5) описує конструкцію та роботу електромагніта; описує взаємодію електромагнітів і магнітів; називає приклади застосування електромагнітів.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь, у якій говориться про необхідність зміни напрямку струму, і правильне обґрунтування, у якому йдеться про зміну магнітних полюсів електромагніту.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

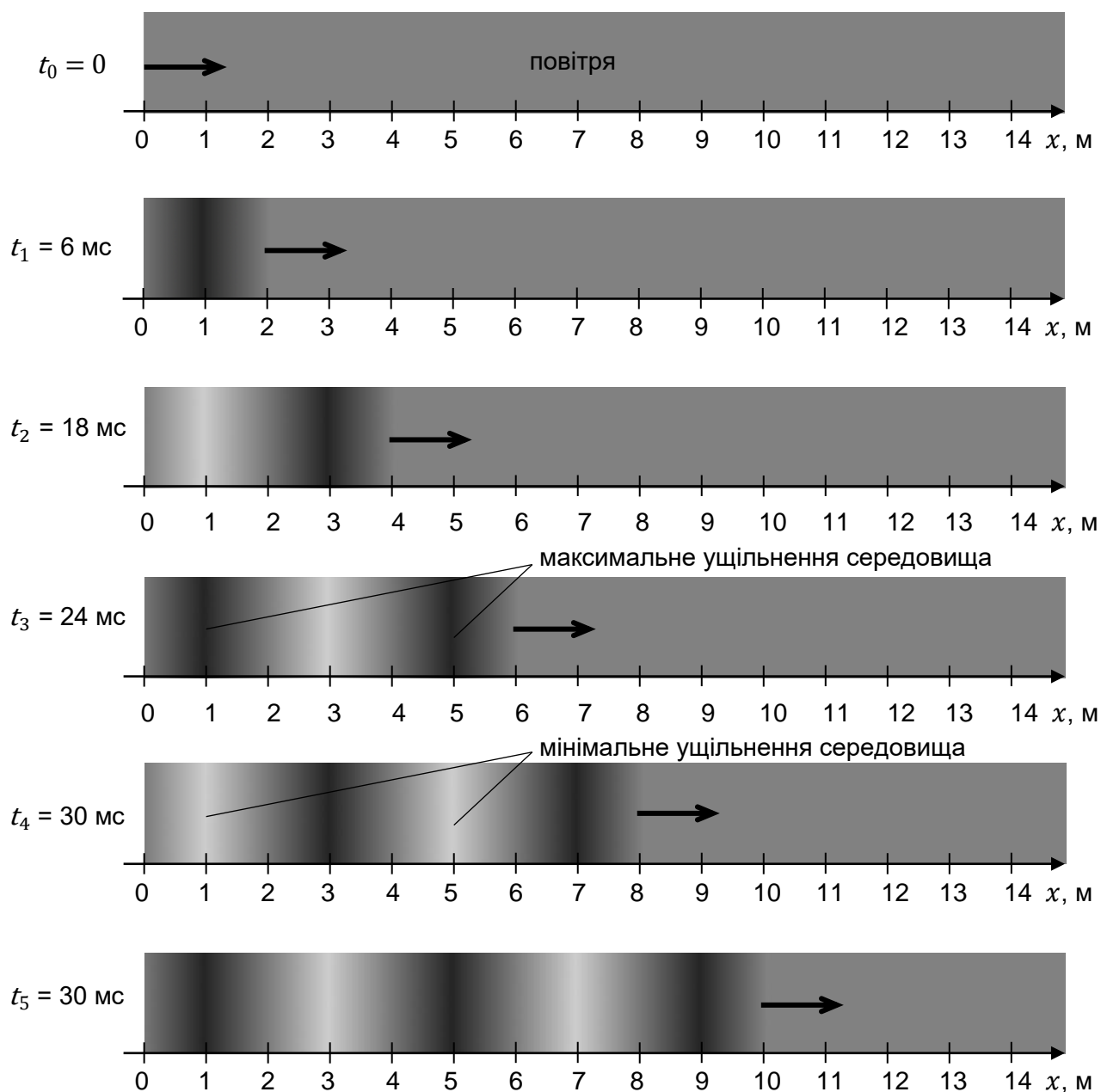
Зразкова відповідь

Кранівник мусить змінити напрямок струму в обмотках електромагніта. Електромагніт відштовхував магніт, тому що на його боці був утворений такий же полюс. Після зміни напрямку струму, магнітна полярність електромагніту зміниться на протилежну, в результаті чого магніт буде притягнутий.

ВІБРАЦІЯ, ХВИЛІ ТА ОПТИКА

Завдання 21. Поширення звукової хвилі

Нижче проілюстровано поширення звукової хвилі в повітрі з температурою близькою 0°C . Однорідна сіра область на першій діаграмі представляє область середовища (повітря), що має постійну щільність, якої хвиля ще не досягла. На наступних діаграмах видно порушення щільності повітря, що переміщується упродовж осі x . Ілюстративні зображення хвилі показані кожні 6 мс, рахуючи з моменту початку $t_0 = 0$. Відтінки сірого на діаграмах зображують зміну щільності повітря: найтемніші області відповідають місцям, де короточасне ущільнення є максимальним, а найсвітліші області – місцям, де з короточасне ущільнення є мінімальним.



Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах;
- 6) здійснює розрахунки та записує результат згідно з правилами округлення, а також зі збереженням числа значущих цифр, обумовлених точністю вимірювання або даними.

VIII. Вібрація і хвилі. Учень:

- 4) описує поширення механічної хвилі як процес передачі енергії без перенесення матерії; використовує поняття швидкості поширення хвилі;
- 6) описує механізм утворення і поширення звукових хвиль у повітрі [...].

II. Рух і сили. Учень:

- 4) використовує поняття швидкості для опису прямолінійного руху; розраховує її значення та перераховує її одиниці; застосовує для розрахунків формули залежності швидкості від пройденого шляху та часу, за який він був пройдений.

Правила оцінювання

2 бали – правильний метод розрахунку швидкості хвилі, правильний розрахунок і правильний числовий результат, записаний з одиницями вимірювання та необхідною точністю.

1 бал – використання формули розрахунку швидкості під час рівномірного русі порушення щільності, включно з правильним визначенням відстані, яку долає це порушення щільності

АБО

– використання залежності між швидкістю, довжиною та періодом хвилі.

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклади розв'язків

Спосіб 1. (Використання формули розрахунку швидкості під час прямолінійного руху)

Коментар

Швидкість хвилі визначимо за формулою розрахунку швидкості під час прямолінійного руху та інформації про відстань, хяку хвиля подолала в часі t :

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

На підставі даних, зчитаних, наприклад, з останнього графіку, ми бачимо, що хвиля подолала шлях $x = 10$ м у часі $t = 30$ мс, тому:

$$v = \frac{x}{t} \rightarrow v = \frac{10 \text{ м}}{30 \text{ мс}} = \frac{10 \text{ м}}{0,03 \text{ с}} \approx 333,33 \dots \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Приклади розв'язків

Спосіб 1. (Використання даних, зазначених на зображення хвилі в момент $t_1 = 6 \text{ ms}$)

Коментар

На другій діаграмі ми бачимо, що протягом 6 мс хвиля пододала шлях 2 м, отже, протягом 6 с (в тисячу разів довше) хвиля пройде шлях в тисячу разів довше (рух фронту хвилі в повітрі є прямолінійним рівномірним рухом).

$$d = 2000 \text{ м}$$

Спосіб 2. (Використання швидкості хвилі)

Коментар

Скористаємося формулою,

$$d = vt$$

що зв'язує шлях, час і швидкість під час рівномірного прямолінійного руху (рух фронту хвилі в повітрі є прямолінійним рівномірним рухом).

$$d = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 6 \text{ с} = 1980 \text{ м}$$

Примітка! Приймаються відповіді від 1980 м до 2040 м (наприклад, коли учень вставляє у Формулу швидкість хвилі, рівну 340 м/с).

Завдання 22. Піфагор і гітара, або "Все є числом"

Піфагор досліджував зв'язок між довжиною напруженої, вібруючої струни та висотою звуку, який вона видає. Він винайшов, що струна, скорочена до певної частини її початкової довжини L (наприклад, у гітарі, притиснута до відповідного ладу), видає звук вище певного значення, вираженого на музичній шкалі.

У відкритті Піфагора ховається твердження, що величина, f що є чисельною мірою висоти звуку струни, що має фіксовану напругу, зворотно пропорційна довжині L цієї струни:

$$f \sim \frac{1}{L}$$

Піфагор, однак, не міг виразити свого відкриття настільки точною формулою, оскільки не знав про величину, яка була б чисельною мірою висоти звуку.

Завдання 22.1. (0–2)

Напиши назву фізичної величини, яке є числовою мірою висоти звуку. Опиши, згідно з визначенням цієї величини, що вона означає фізично.

Назва:

Опис:

.....

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

VIII. Вібрація і хвилі. Учень:

- 5) використовує поняття [...] частоти [...] хвилі для опису хвиль [...];
- 7) описує якісно залежність між висотою звуку та частотою хвилі [...].

Правила оцінювання

2 бали – вказання правильної назви величини, що є мірою висоти звуку, і її правильний фізичний опис.

1 бал – вказання правильної назви величини, що є мірою висоти звуку.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Приклад розв'язку

Назва: частота хвилі

Опис: Спосіб 1.

Частота хвилі означає кількість повних коливань, які виконує за одиницю часу обрана точка середовища, в якому поширюється хвиля.

Опис: Спосіб 2.

Частота хвилі означає кількість повних циклів змін щільності або тиску, що відбуваються за одиницю часу, в обраному місці середовища, в якому поширюється звукова хвиля.

Приклад розв'язку

Коментар

Скористаємося інформацією в завданні, що частота звуку, який видає струна, що має певне натягіння, зворотно пропорційна довжині струни:

$$f \sim \frac{1}{L}$$

Отже, згідно з дефініцією пропорції, маємо:

$$\frac{f_E}{f_A} = \frac{\frac{1}{L_E}}{\frac{1}{L_A}} = \frac{L_A}{L_E}$$

$$\frac{f_E}{110 \text{ Гц}} = \frac{49 \text{ см}}{66 \text{ см}} \rightarrow f_E = \frac{49 \text{ см}}{66 \text{ см}} \cdot 110 \text{ Гц} \approx 81,7 \text{ Гц}$$

Завдання 22.3. (0–1)

Аня зачепила струну гітари. Через деякий час вона зачепила ту ж струну вдруге, але сильніше (відхилення струни було більше).

Заверши речення. Вибери вірну відповідь серед наведених.

Звук, який видала струна після другого її зачеплення, в порівнянні зі звуком, що був виданий в перший раз,

- A. поширювався з більшою швидкістю.
- B. мав більший період вібрації.
- C. мав більшу інтенсивність.
- D. мав більш високу частоту.

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

VIII. Вібрація і хвилі. Учень:

- 5) використовує поняття амплітуди, періоду, частоти і довжини хвиль для опису хвиль і застосовує для розрахунків залежності між цими величинами разом з одиницями їхнього вимірювання;
- 7) якісно описує [...] залежність між інтенсивністю звуку (гучністю) і енергією та амплітудою хвилі.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

C

Завдання 23. Окуляри (0–1)

На світлині нижче зображено Сонце та його зображення, відтворені в двох лінзах окулярів.



www.pexels.com

Заверши речення так, щоб воно було правдивим. Вибери відповідь А, В або С і її обґрунтування 1 або 2.

З аналізу наведеної вище світлини можна зробити висновок, що

А.	обидві лінзи є збиральними,	оскільки зображення, отримані в обох лінзах	1.	пряме (не перевернуте) зменшене
В.	обидві лінзи є розсіювальними,			
С.	обидві лінзи не збирають ані не розсіюють промені,		2.	перевернуте зменшене

Загальні вимоги

III. Планування та проведення спостережень або експериментів та роблення висновків на основі їхніх результатів.

Детальні вимоги

I. Вимоги до зрізу знань. Учень:

- 1) витягує [...] ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах;

IX. Оптика. Учень:

- 8) рисує конструктивні зображення, які передають лінзи; розрізняє дійсні, уявні, прямі, перевернуті зображення; порівнює розмір об'єкта і зображення.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

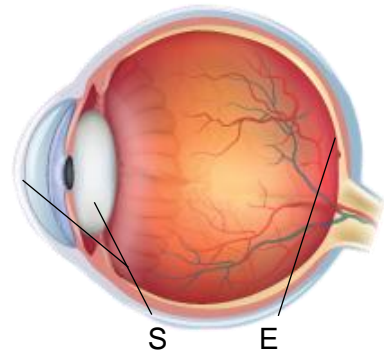
0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

В1

Завдання 24. Людське око

Людське око можна спрощено уявити як оптичну систему, що складається зі збиральної лінзи та екрану. Пучки променів світла, які потрапляють в око, заломлюються на рогівці і далі на лінзі ока, а потім падають на сітківку, обладнану фоторецепторами. Фрагмент рогівки і лінза ока грають роль збиральної лінзи S , а сітківка грає роль екрану E (див. рисунок поруч).

**Завдання 24.1. (0–2)**

Короткозора людина та людина без дефекту зору дивляться на точку P . На кожному зі схематичних рисунків 1 і 2 представлено фрагмент ходу двох обраних променів, що виходять з точки P і потрапляють відповідно до здорового ока (рисунок 1) і око короткозорої людини (рисунок 2.). Частини ока, що заломлюють промені, позначені символом збиральної лінзи (S_z і S_k). Точка F_z (на рисунку 1) – це фокус здорового ока, точка F_k (на рисунку 2) – це фокус короткозорого ока. Положення обох фокусів відповідає моменту, коли ми вони дивляться на точку P . Розміри на рисунку умовні.

На рисунках 1 і 2 нижче домалюйте подальший хід променів, що виходять з точки P і йдуть до сітківки ока. Зазнач конструктивно та відзнач зображення P' точки P в здоровому оці, а також зображення P'' точки P в оку короткозорої людини.

Рисунок 1. (здорове око)

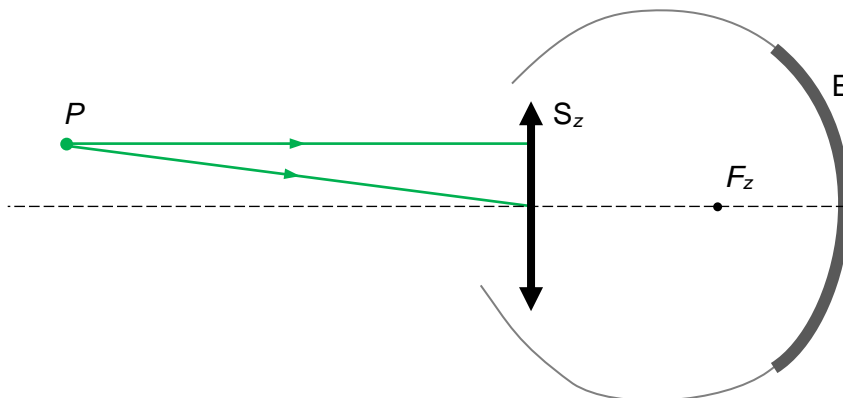
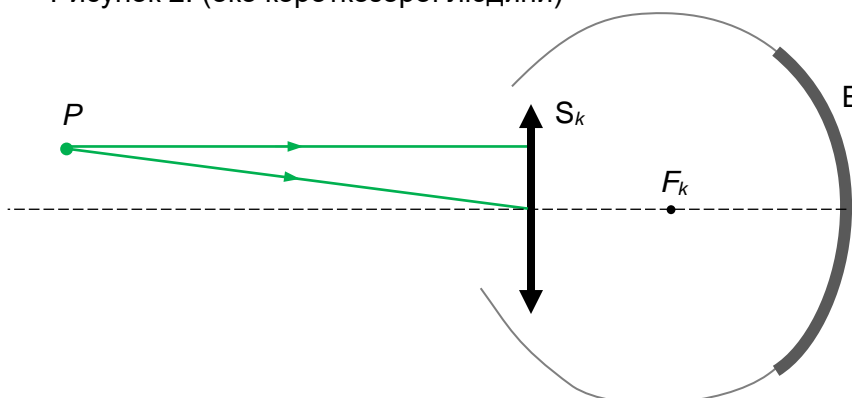


Рисунок 2. (око короткозорої людини)



Загальні вимоги

- II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.
 IV. Використання інформації, отриманої з аналізу джерел, зокрема науково-популярних текстів.

Детальні вимоги

- I. Вимоги до зрізу знань. Учень:
 1) витягує з текстів, таблиць, діаграм або графіків, схематичних або блокових рисунків ключову інформацію, що стосується описуваного явища або задачі; ілюструє її в різних формах.
 IX. Оптика. Учень:
 8) рисує конструктивні зображення, які передають лінзи; розрізняє реальні, вдавані, прями, перевернуті зображення; порівнює розмір об'єкта і зображення.

Правила оцінювання

- 2 бали – правильно нарисований хід обох променів і правильно зазначене зображення точки P в обох випадках.
 1 бал – правильно нарисований хід обох променів і правильно зазначене зображення точки P в одному випадку.
 0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Розв'язок

Рисунок 1. (здорове око)

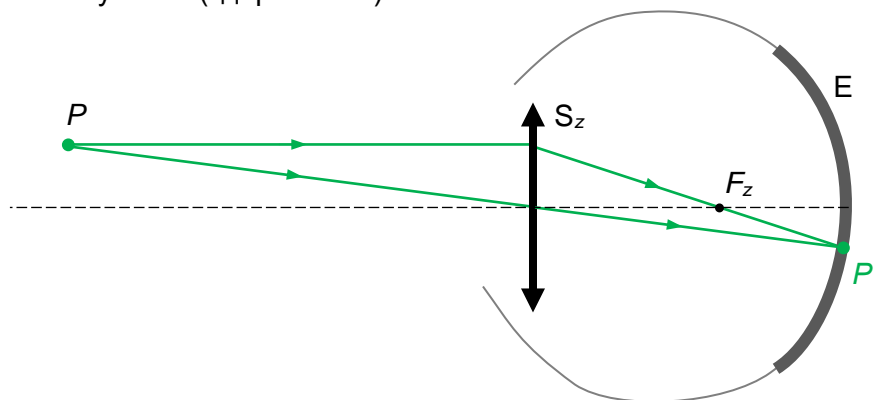
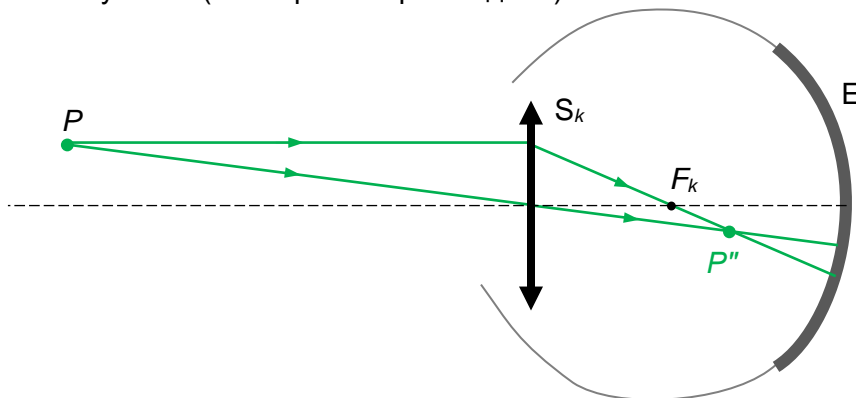
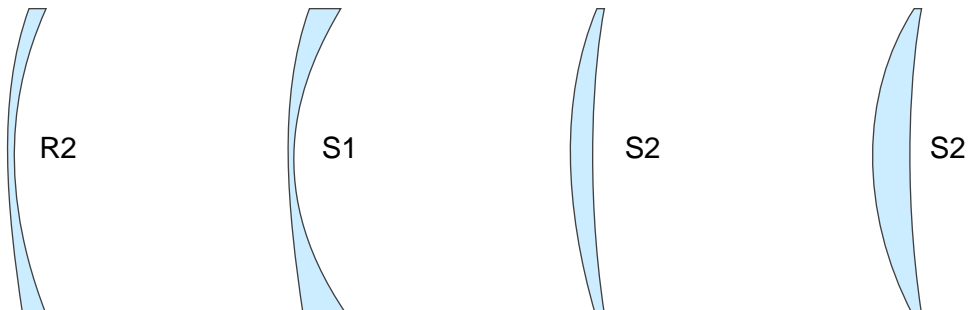


Рисунок 2. (око короткозорої людини)



Завдання 24.2. (0–2)

На рисунку нижче показані поперечні перерізи чотирьох лінз, що виправляють різні дефекти зору. Лінзи типу R1 і R2 є розсіювальними, а фокусна відстань лінзи R1 більша, ніж лінзи R2. Лінзи типу S1 і S2 є збиральними, а фокусна відстань лінзи S1 більша, ніж лінзи S2.



Маріола є далекозорою, як і її батько. Маріола має менший дефект зору, ніж дефект зору її батька. Дві з вищезазначених лінз виправляють недоліки зору Маріоли та її батька.

Вибери тип лінзи, яка виправляє дефект зору Маріоли та її батька. Напиши поруч із кожною людиною відповідний для неї тип лінзи, обраний з R1, R2, S1, S2.

Далекозора людина	Тип коригувальної лінзи
1. Маріола	
2. Батько Маріоли	

Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

IX. Оптика. Учень:

- 9) використовує поняття короткозорості та далекозорості і описує роль лінз у виправленні цих дефектів зору.

Правила оцінювання

2 балів – правильно записані типи лінз.

1 бал – вказані обидві збиральні лінзи з неправильно підібраними фокусними відстанями.

0 балів – неправильна відповідь або немає відповіді.

Розв'язок

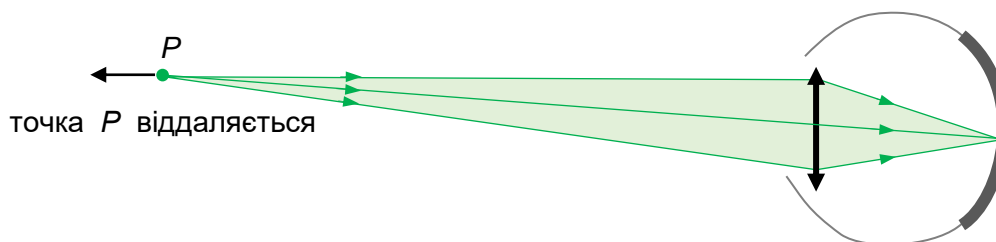
Далекозора людина	Тип коригувальної лінзи
1. Маріола	S1
2. Батько Маріоли	S2

Завдання 24.3. (0–1)

Коли ми переводимо погляд з близького об'єкта на віддалений об'єкт (або навпаки), лінза ока змінює форму. В результаті змінюється фокусна відстань ока, і ми й далі можемо бачити чітке зображення об'єкта. Ця здатність називається акомодацією ока.

Заверши речення так, щоб воно було правдивим. Вибери відповідь А або В та її обґрунтування 1 або 2.

Коли ми бачимо чітке зображення віддаленої точки P (див. рисунок нижче),



то фокусна відстань ока

А.	збільшується,	тому що кут між крайніми променями пучка, що доходить від точки P до ока	1.	стає близьким до 0° .
В.	зменшується,		2.	стає близьким до 90° .

Загальні вимоги

IV. Використання інформації, отриманої з аналізу джерел, зокрема науково-популярних текстів.

Детальні вимоги

IX. Оптика. Учень:

- 7) описує хід променів, паралельних оптичної осі, що проходять через збиральну та розсіювальну лінзу, використовуючи поняття фокуса та фокусної відстані.

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

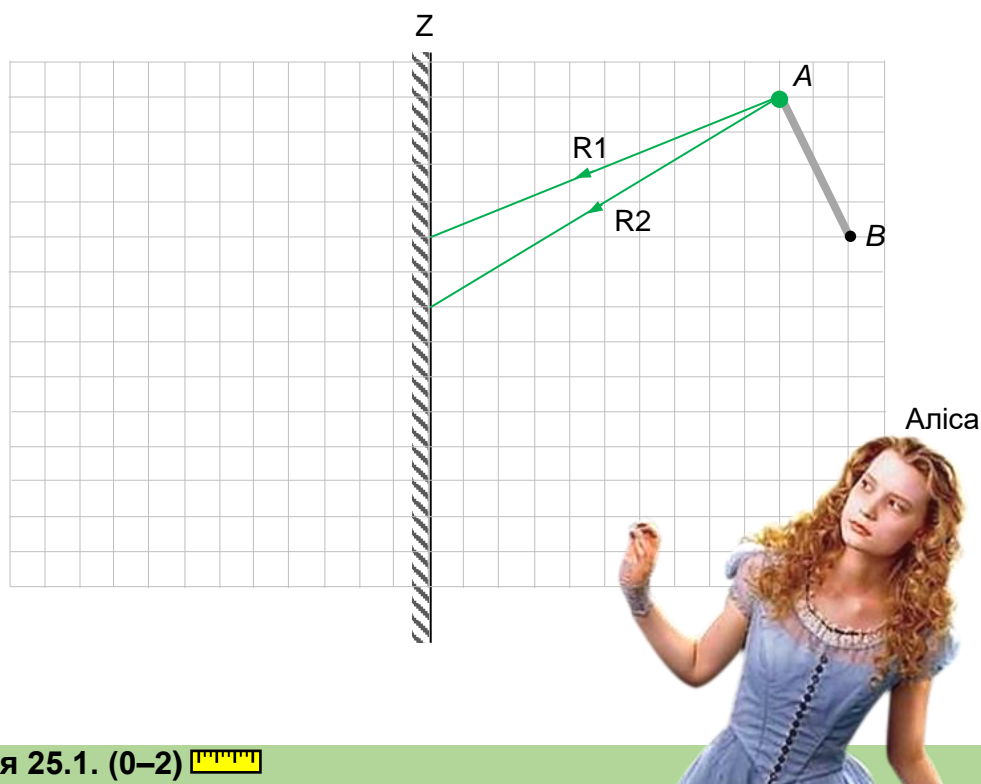
0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

A1

Завдання 25. З іншого боку дзеркала

Аліса бачить зображення палички AB у плоскому дзеркалі Z . На рисунку нижче зображені фрагменти двох променів світла, що йдуть від точки A палички до дзеркала Z .

**Завдання 25.1. (0–2)**

На рисунку вище познач конструктивно зображення A' точки A в дзеркалі Z і намалюй зображення $A'B'$ всієї палички AB в дзеркалі Z . У конструкції скористайся ходом променів $R1$ і $R2$ (і їхнім продовженням), які після відбиття прямують в бік Аліси.

Загальні вимоги

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

IX. Оптика. Учень:

- 4) аналізує хід променів, що виходять з точки в різних напрямках, а потім відбитих від плоского дзеркала [...];
- 5) будує хід променів, що ілюструє утворення уявних зображень, які створює плоске дзеркало [...].

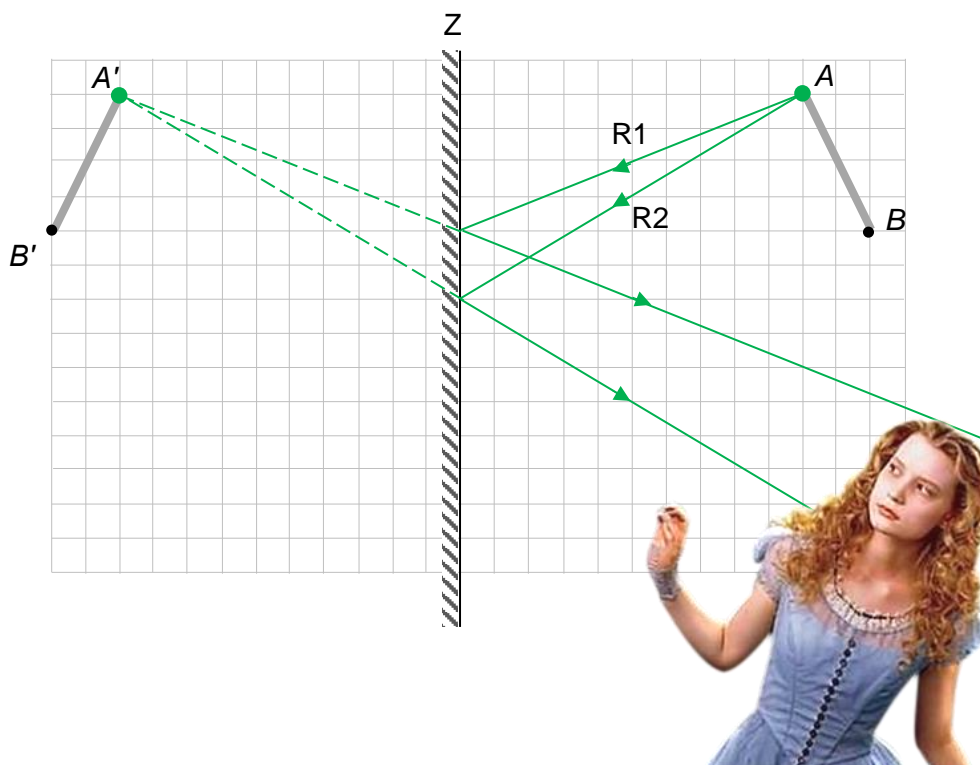
Правила оцінювання

2 бали – правильна побудова зображення A' точки A за допомогою продовження променів $R1$, $R2$, відбитих від дзеркала згідно з законом відбиття, а також правильно накреслене зображення $A'B'$ всієї палички AB в дзеркалі Z .

1 бал – правильна побудова зображення A' точки A за допомогою продовження променів $R1$, $R2$, відбитих від дзеркала згідно з законом відбиття
АБО

– правильно накреслене зображення $A'B'$ об'єкта AB в дзеркалі Z (без побудови).

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Розв'язок**Завдання 25.2. (0–1)**

Доповни речення. Вибери правильну відповідь з позначених літерами А–В та цифрами 1–2.

Зображення палички, побачене Алісою в плоскому дзеркалі,

A.	дійсне	і	1.	пряме (не перевернуте)
B.	уявне		2.	перевернуте

Загальні вимоги

I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

IX. Оптика. Учень:

- 5) будує хід променів, що ілюструє утворення уявних зображень, які створює плоске дзеркало [...].

Правила оцінювання

1 бал – правильна відповідь.

0 балів – відповідь неповна або неправильна або немає відповіді.

Розв'язок

B1

Завдання 26. Увігнуте дзеркало

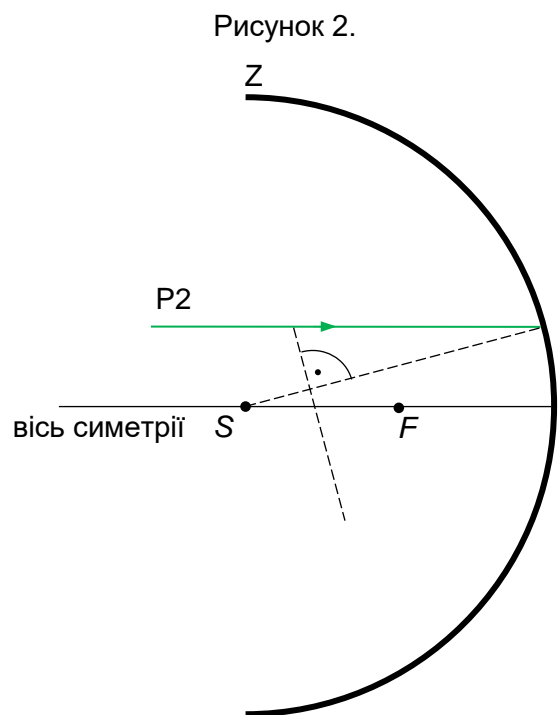
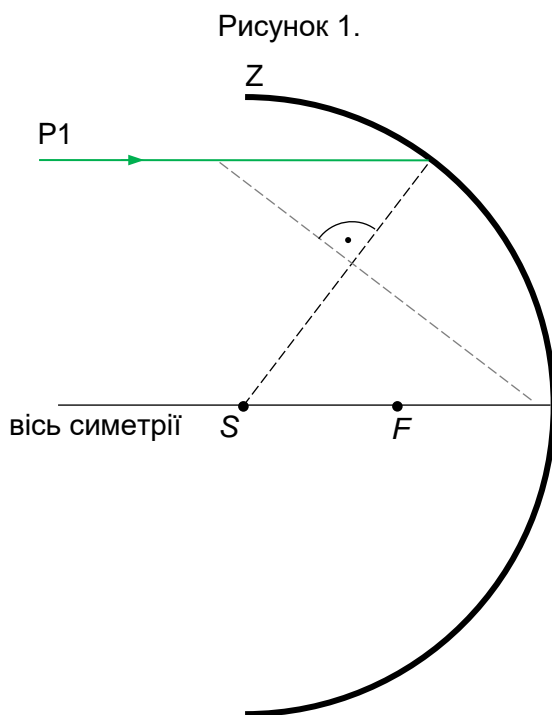
Промені світла, що падають на поверхню сферичного увігнутого дзеркала, відбиваються від нього за законом відбиття. Промені, що йдуть паралельно осі симетрії дзеркала, досить близько до неї, після відбиття від дзеркала проходять практично через його фокус F .

Завдання 26.1. (0–2)

На рисунках 1 і 2 показано хід променів $P1$ і $P2$, що падають на сферичне увігнуте дзеркало. Обидва промені проходять паралельно осі симетрії дзеркала. Промінь $P1$ є далеко від осі дзеркала, а промінь $P2$ проходить близько до цієї осі. Центр сфери, який має дзеркальну поверхню (центр кривини), і фокус цього дзеркала були позначені як S і F відповідно.

На рисунках нижче намалюй подальший хід променів $P1$ і $P2$ після відбиття від дзеркала Z . Обидва промені намалюй принаймні до місця перетину з віссю симетрії.

Пунктирною лінією позначені допоміжні лінії конструкції. Для вимірювання відповідних відрізків треба буде скористатися лінійкою.



Загальні вимоги

- I. Використання понять та фізичних величин для опису явищ і подання їхніх прикладів у навколишньому світі.

Детальні вимоги

- IX. Оптика. Учень:

- 2) описує явище відображення [...] від сферичної поверхні;
- 4) аналізує хід променів, що виходять з точки в різних напрямках, а потім відбитих [...] від сферичних дзеркал; описує збирання променів в увігнутому дзеркалі [...]; використовує поняття фокусу та фокусної відстані.

Правила оцінювання

2 бали – правильно накреслений хід відбитих променів в обох випадках.

1 бал – правильно накреслений хід відбитих променів в одному випадку.

0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклад розв'язку

Коментар (до рисунка 1.)

Для визначення ходу променя після відбиття від дзеркала скористаємося законом відбиття: кут падіння променя на дзеркало повинен дорівнювати куту відбиття променя від дзеркала.

Позначимо на рисунку 1 допоміжні точки: A , B , D . Щоб побудувати відбитий радіус, знайдемо положення точки C – перетину відбитого радіуса з допоміжною лінією.

Закон відбиття зазначає, що кут ADB дорівнює куту BDC . Отже, ми мусимо визначити точку C , щоб трикутник CBD був конгруентним трикутнику ABD . Ці трикутники будуть конгруентні, якщо

$$|AB| = |BC|$$

Щоб знайти точку C , треба відкласти від точки B уздовж пунктирної лінії відрізок довжиною $|AB|$.

Рисунок 1.

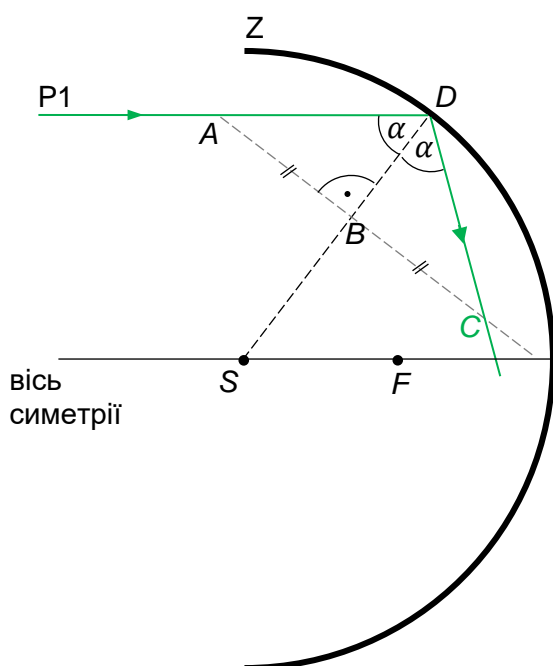
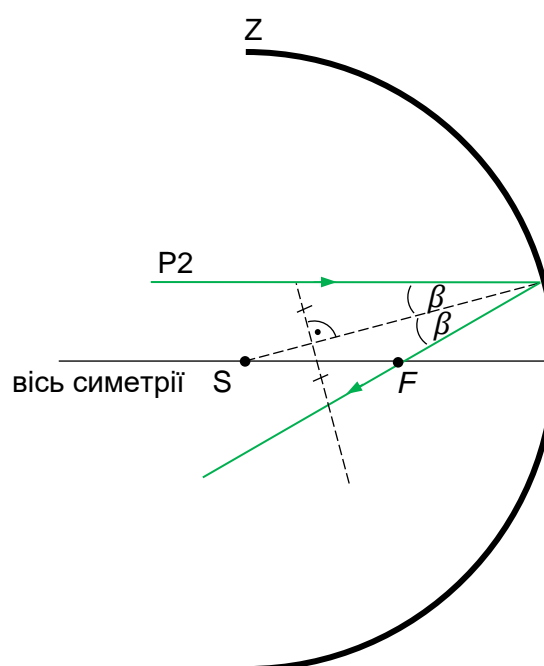


Рисунок 2.



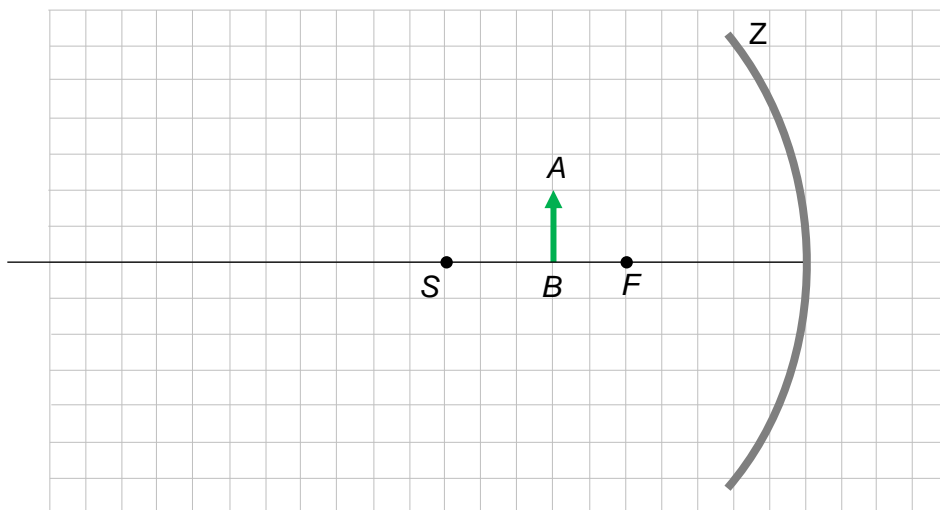
Коментар (до рисунка 2.)

Для визначення ходу радіуса після відбиття від дзеркала на рисунку 2 треба побудувати аналогічну конструкцію, як показано на рисунку 1, або скористатися інформацією про проходження променів, відбитих у фокусі F .

Завдання 26.2. (0–2)

Каспер помістив невеликий предмет AB перед увігнутим дзеркалом Z . Точка B предмету лежить на осі симетрії дзеркала, між його центром кривини S та фокусом F . Каспер бачить зображення предмета, утворене в дзеркалі. Ситуація представлена на рисунку нижче.

Конструктивно визнач і познач зображення $A'B'$ предмета, утвореного в дзеркалі Z . У конструкції використай два самостійно обрані промені, що виходять з точки A .

**Загальні вимоги**

II. Розв'язування задач із використанням фізичних законів та формул.

Детальні вимоги

IX. Оптика. Учень:

- 5) будує хід променів, що ілюструє утворення [...] дійсних і уявних образів, що утворюються в сферичних дзеркалах, знаючи положення фокуса.

Правила оцінювання

2 бали – правильно побудоване і позначене зображення $A'B'$ предмета, включно з правильно накресленим ходом двох характерних променів.

1 бал – побудова і позначення зображення $A'B'$ предмета з правильно накресленим одним характерним променем (наприклад, другий промінь не згідний з законом відбиття)

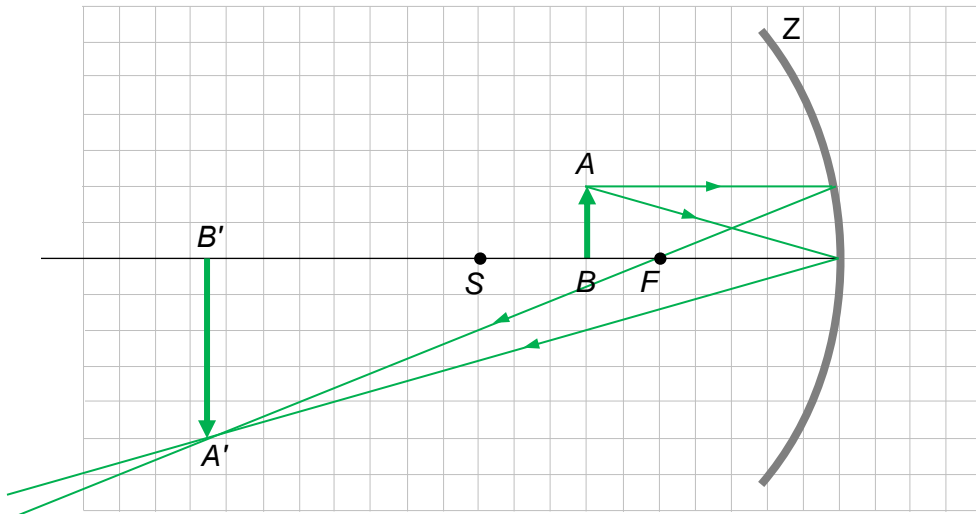
АБО

– правильно побудоване зображення предмета без зазначених точок $A'B'$.

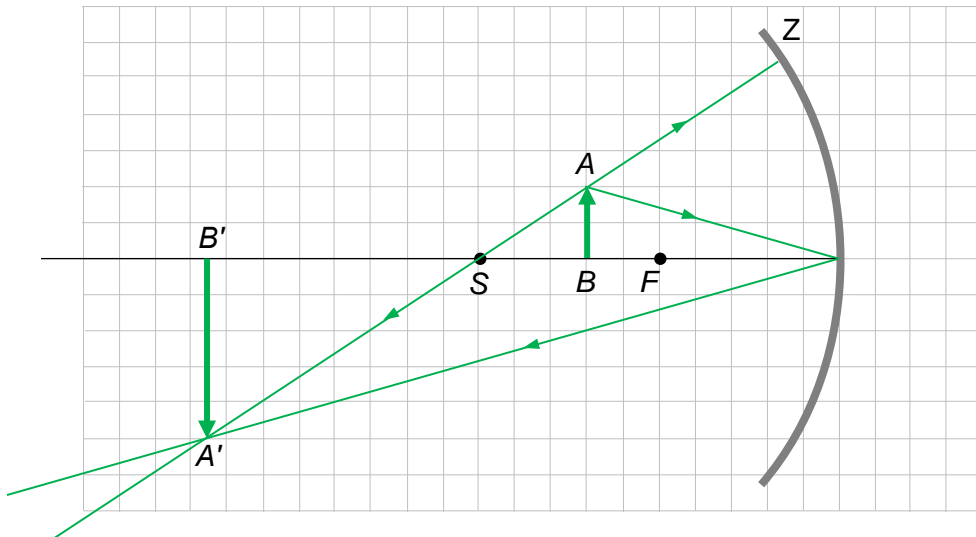
0 балів – розв'язання, у якому застосовано неправильний метод, або немає розв'язання.

Приклади розв'язків

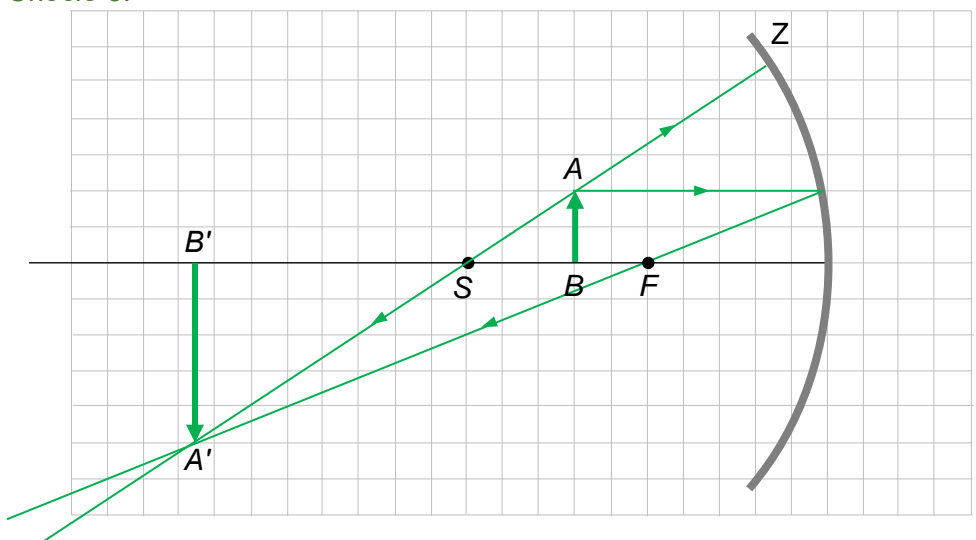
Спосіб 1.



Спосіб 2.



Спосіб 3.





3 відгуків рецензентів:

Завдання в *Посібнику* тематично різноманітні та добре відображають дух і вимоги навчальної програми. Дуже важливо, що тематика завдань пов'язана з ситуаціями з повсякденного життя. [...] Особливо варто підкреслити наявність великої частки відкритих завдань, у яких треба продемонструвати хід думок і процес, що веде до правильного розв'язку, а не лише запам'ятати певний обсяг матеріалу. Я сприймаю це як дуже важливу, позитивну якісну зміну в системі перевірки знань та навичок учнів [...].

проф. д-р габ. Анджей Висмолек

Завдання, включені в *Посібник*, охоплюють всі розділи фізики, що вивчаються в початковій школи, і більшість методів розв'язування, які учень має освоїти. У нього входять різноманітні типи завдань, як-от: закриті завдання ("Вибери правильну відповідь", "Доповни речення") та відкриті ("Підрахуй", "Поясни", "Нарисуй"). Багато завдань пов'язані з іншими галузями знань, наприклад, з технікою, спортом, біологією, навіть економікою.

д-р Єжи Броян

Деякі з завдань дуже близькі інтересам молодшої людини або пов'язані з явищами в навколишньому світі учня, але є також завдання, які натхнули історичні фізичні експерименти.

Мирослав Троцюк