

І. М. Гельфгат

І. Ю. Ненашев

ІЗІКА

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

ШАНОВНИЙ КОЛЕГО!

Пропонований збірник містить задачі для учнів 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів і повністю відповідає новій програмі з фізики.

Подані у збірнику задачі розміщено за темами у межах кожного розділу і диференційовано за трьома рівнями складності, що приблизно відповідають середньому, достатньому та високому рівням навчальних досягнень учнів. Наведено приклади розв'язування задач із належним оформленням запису розв'язання, що є особливо важливим саме в 7 класі (на початку вивчення фізики). Кількість задач достатня, щоб забезпечити роботу на уроках, домашні завдання, повторення матеріалу тощо. Наявність певної кількості однотипних задач дозволяє оптимально добирати задачі для домашньої роботи учнів та для самостійних робіт. Після багатьох параграфів наведено тести для самоперевірки (учитель може застосувати ці тести і для експрес-контролю).

До рубрики «Задачі для допитливих» увійшли задачі, які допоможуть перевірити глибину отриманих учнями знань, якісно підготувати учнів до олімпіад з фізики. Для розв'язування задач цієї рубрики цілком достатньо знань у межах шкільної програми. Зрозуміло, що ці задачі не можна використовувати для контролю рівня навчальних досягнень.

Під час розв'язування задач учням стане у пригоді наведений наприкінці посібника додаток, який містить довідкові таблиці та математичний довідник.

ЮНИЙ ДРУЖЕ!

Ти тільки-но починаєш вивчати фізику. Можна лише позаздрити тобі — так багато нового й цікавого чекає на цьому шляху. Цей шлях не пройдений і ніколи не буде пройдений до кінця — Природа ховає ще безліч дивовижних таємниць! Але кожний шлях починається з перших кроків...

Сподіваємося, що ти знайдеш чимало цікавого і в цьому виданні: адже справжнє вивчення фізики неможливе без самостійного аналізу експериментів та роздумів над задачами.

Хай щастить тобі на довгому шляху пізнання Природи!

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Збірник має елементи, які сприятимуть більш продуктивній роботі вчителя й учня:

- 7** — якісні задачі, що їх у більшості випадків можна розв'язувати усно;
- 8** — задачі, до яких наприкінці збірника наведено повні розв'язання;
- * — задачі для тих, хто не звик зупинятися на досягнутому й хоче довідатися більше.

Позначено групи однотипних задач:

- 1.4** — перша задача групи, яку доцільно розв'язати на уроці колективно;
- 1.5** — інші задачі групи, які учні за аналогією можуть розв'язувати самостійно на уроці або вдома.

РОЗДІЛ 1. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ

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

1-й рівень складності

- 1.1. Наведіть приклади відомих вам фізичних тіл.
- 1.2. Фізичні тіла можуть складатися з різних речовин. Наведіть приклади відомих вам речовин.
- 1.3. Наведіть приклади відомих вам фізичних явищ.
- 1.4. Випишіть окремо назви фізичних тіл, речовин і фізичних явищ: скло, вагон, олівець, падіння, метал, лампа, кулька, ковзання, нагрівання, повітря, кипіння.
- 1.5. Випишіть окремо назви фізичних тіл, речовин і фізичних явищ: алюміній, кулька, полярне сьйво, екран, лід, лампа, ключ, маятник, коливання, зіткнення, охолодження.
- 1.6. Випишіть окремо назви фізичних тіл, речовин і фізичних явищ: літак, залізо, гальмування, бульбашка, Місяць, пісок, склянка, піщинка, дзеркальце, остигання, пластмаса, парашут.

2-й рівень складності

- 1.7. Назвіть кілька фізичних тіл, виготовлених з металу.
- 1.8. Назвіть кілька фізичних тіл, які складаються з води.
- 1.9. Назвіть кілька фізичних тіл, виготовлених зі скла.
- 1.10. Назвіть речовини, з яких складаються такі тіла: шахова дошка, тенісна кулька, гімнастична перекладина, лижі, велосипедна шина.
- 1.11. Наведіть приклади відомих вам механічних явищ.
- 1.12. Наведіть приклади відомих вам теплових явищ.
- 1.13. Наведіть приклади відомих вам електромагнітних явищ.
- 1.14. Наведіть приклади відомих вам звукових явищ.

- 1.15.** Наведіть приклади відомих вам світлових явищ.
- 1.16.** Виберіть серед наведених явищ механічні: футбольний м'яч летить у вікно, сонячне світло відбивається в калюжі, автомобіль рушає з місця, річка восени замерзає, цвях тоне у воді, електричний вентилятор швидко обертається, хлопчик запалює сірник.
- 1.17.** Виберіть серед наведених явищ теплові: лунає дзвоник на урок, хлопчик запалює сірник, світиться лампа розжарювання, стрілка компаса вказує на північ, автомобіль різко гальмує, горить вогнище.
- 1.18.** Виберіть серед наведених явищ електромагнітні: блискавка влучила в старе дерево, стрілка компаса вказує на північ, електричний вентилятор швидко обертається, пластмасовий гребінець після розчісування притягує дрібні клаптики паперу, бензин згорає в двигуні автомобіля.
- 1.19.** Виберіть серед наведених явищ світлові: блискавка влучила в старе дерево, електричний вентилятор швидко обертається, після дощу з'являється веселка, горить вогнище, світиться лампа розжарювання.
- 1.20.** Визначте, про які фізичні явища, тіла та речовини йдеться в реченні: «Майстер вирізав скляну пластинку потрібного розміру за допомогою алмазного леза».
- 1.21.** Визначте, про які фізичні явища, тіла та речовини йдеться в реченні: «М'яч упав у воду, здійнявши безліч бризок».
- 1.22.** Визначте, про які фізичні явища йдеться в реченнях: «Вода в чайнику закипіла»; «Баскетбольний м'яч влучив у кільце»; «Після дощу виникла райдуга».
- 1.23.** Які фізичні явища відбуваються під час вмикання пральної машини?
- 1.24.** Які фізичні явища відбуваються під час роботи комп'ютера?
- 1.25.** Технічні досягнення останніх десятиліть були б неможливими без досягнень фізики. Назвіть досягнення, якими ви користуєтесь щодня.

3-й рівень складності

- 1.26. Наведіть приклади фізичних тіл, яких ми не можемо бачити.
- 1.27. З яких речовин складаються такі тіла: олівець, сокира, викрутка, пенал, газета, стіл, стілець, стіна будинку, трамвайні рейки, літак? Врахуйте, що до складу тіла можуть входити кілька різних речовин.
- 1.28. Назвіть кілька фізичних тіл, які складаються з двох або трьох різних речовин. Назвіть ці речовини.
- 1.29. Які з перелічених явищ є механічними й водночас тепловими: автомобіль різко гальмує, гаряча вода остигає, первісна людина добуває вогонь тертям, вмикається електричне опалення?
- 1.30. Які з перелічених явищ є тепловими й водночас світловими: туристи розпалюють вогнище, спалахує блискавка, світиться лампа розжарювання, світиться в темряві гнила деревина?
- 1.31. Які з перелічених явищ є електромагнітними й водночас світловими: працює електричний дзвоник, світиться лампа розжарювання, спалахує блискавка, через телескоп спостерігають далеку зорю, під час вимикання електричного приладу виникають іскри?

2. БУДОВА РЕЧОВИНИ. МОЛЕКУЛИ. АТОМИ

1-й рівень складності

- 2.1. Чи однакові молекули води в гарячому чаї і в арктичній кризі?
- 2.2. Чим відрізняються молекули води і водяної пари?
- 2.3. З чого складаються атоми?
- 2.4. Яка з частинок у складі атома має найменшу масу?
- 2.5. За якими ознаками можна відрізнити рідину від газу?

- 2.6. За якими ознаками можна відрізнити рідину від твердого тіла?
- Чи може повітря бути рідким? Якщо так, то за яких умов?
- 2.8. Чи може кисень бути рідким? твердим?
- 2.9. Чи може мідь бути газом? Якщо так, то за яких умов?
- 2.10. Чи буває колись пляшка дійсно порожньою?
- 2.11. Чи доводилося вам спостерігати явище дифузії? Якщо так, то за яких умов?
- 2.12. У результаті нагрівання вода в пляшці розширилася. Чи означає це, що розширилась і кожна молекула води?

2-й рівень складності

- 2.13. У якому стані може перебувати в посудині речовина, якщо вона займає половину об'єму посудини?
- 2.14. У якому стані може перебувати речовина, якщо вона набуває форми посудини, у якій міститься?
- 2.15. Чи можна вважати, що об'єм газу дорівнює сумі об'ємів його молекул? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 2.16. Повітря або водяну пару легко стиснути. А щоб помітно стиснути рідину або тверде тіло, потрібно докласти величезну силу. Чим це пояснюється?
- 2.17. Чому дифузія в газах відбувається в багато разів швидше, ніж у рідинах або твердих тілах?
- 2.18. Якщо налити в мензурку 50 см^3 спирту, а потім додати 50 см^3 води, то загальний об'єм суміші буде меншим від 100 см^3 . Куди ж «поділася» частина об'єму рідини?
- 2.19. Які явища свідчать про існування проміжків між найменшими частинками речовини?
- 2.20. Як можна прискорити дифузію у твердих тілах?

- 2.21. Яке фізичне явище використовують у процесах засолювання овочів, м'яса, риби?
- 2.22. Що трапиться, якщо заповнену доверху та щільно закриту пляшку з водою залишити на морозі?
- 2.23. На правій шальці терезів стоїть відкрита посудина з водою, а на лівій — така сама посудина з ефіром. Терези зрівноважено. Чи порушуватиметься надалі їх рівновага? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 2.24. Якщо закриту пляшку перевернути догори дном, занурити у воду та відкрити, вода не заповнить пляшку. Чому?
- Поліровані поверхні металевих брусків злипаються одна з одною й досить міцно утримуються. Чому це відбувається?
- 2.26. Якщо між двома поверхнями полірованого скла потрапляє вода, то їх дуже важко відірвати одну від одної. Чому?

3-й рівень складності

- 2.27. У якому стані (газоподібному, рідкому чи твердому) вода утворює туман?
- 2.28. Чому свіжі жирні плями на одязі легше видалити, ніж давні?
- 2.29. Молекули пахучих речовин рухаються в повітрі з великими швидкостями (понад 100 м/с). Чому ж запахи розповсюджуються значно повільніше?
- Площа півки, яку утворює на поверхні води крапля олії об'ємом $0,005 \text{ мм}^3$, не може перевищувати 50 см^2 . Який висновок щодо розміру молекул олії випливає з цього факту?
- 2.31. Крапля легкої рідини об'ємом $0,02 \text{ мм}^3$ розтеклася поверхнею води тонким шаром, площа якого дорівнює 25 см^2 . Який висновок щодо розміру молекул рідини випливає з цих даних?

- 2.32. Як потрапляє у воду кисень, яким дихають риби?
- 2.33. Якщо подумки «вирізати» з повітря кубик з довжиною ребра 0,01 мм, то за нормальних умов цей кубик міститиме 27 мільярдів молекул. У скільки разів слід зменшити довжину ребра кубика, щоб він містив «усього» 27 тисяч молекул?

Задачі для допитливих

- 2.34. У заповненій водою і щільно закритій пляшці є бульбашка повітря. Коли пляшку нагрівають, об'єм бульбашки зменшується. Як це узгоджується з добре відомим фактом, що повітря внаслідок нагрівання розширюється набагато сильніше, ніж вода?
- 2.35. В одній посудині вода може «співіснувати» в газоподібному, рідкому і твердому станах. За яких умов це можливо?

3. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ

1-й рівень складності

- 3.1. Чим відрізняються спостереження від експериментів?
- 3.2. Микола намагається так кинути в річку камінець, щоб бризки потрапили на Олю. Андрій зацікавлено дивиться на це. Хто з дітей у цьому випадку здійснює експеримент, а хто — спостереження? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 3.3. Дмитрик і Олег стоять біля нових автоматичних дверей магазину. Дмитрик дивиться, як ці двері відчиняються перед кожним покупцем та зачиняються за ним. А Олег повільно наближається до дверей — його цікавить, на яку відстань треба підійти, щоб автоматика спрацювала. Хто з хлопчиків здійснює експеримент, а хто — спостереження? Обґрунтуйте свою відповідь.

- 3.4. Якось навесні Мар'яна та Сергій вирішили перевірити, чи мав рацію Галілей щодо законів падіння тіл. Мар'яна для цього чекала на падіння бурульок з даху, а Сергій упускав камінці з високого моста у воду. Хто з дітей здійснював експеримент, а хто — спостереження? Обґрунтуйте свою відповідь.

2-й рівень складності

- 3.5. Наведіть приклади фізичних явищ, які ви можете спостерігати вдома, на вулиці, у класі.
- 3.6. Наведіть приклади фізичних явищ, які ви можете експериментально дослідити у себе вдома.
- 3.7. Вам потрібно розрахувати час руху автомобіля між двома населеними пунктами. Які властивості автомобіля ви не враховуватимете, створюючи відповідну фізичну модель?
- 3.8. Британський учений Дж. Релей вивів формулу, яка пояснила блакитний колір неба. Як ви вважаєте, учений здійснив експериментальне чи теоретичне дослідження?
- 3.9. Для пояснення результату експерименту висунуто кілька різних гіпотез. Як ви вважаєте, про що це свідчить?

3-й рівень складності

- 3.10. Визначте, який із наведених нижче уривків наукових текстів містить: а) гіпотезу; б) опис експериментального факту; в) висновок теорії; г) властивість фізичної моделі.
1. Знехтуємо зміною довжини нитки під час експерименту.
 2. Можливо, цей ефект зумовлений зміною температури повітря.
 3. Скляні кульки тонуть у воді.
 4. Падіння тіл на землю зумовлене земним тяжінням.
- 3.11. Прочитайте текст: «Ця крейда складається з молекул, вона є прикладом твердого тіла. Крейда не залишає на

дощі добре видимого сліду. Я вважаю, що крейда відволожилася». Знайдіть у наведеному тексті: а) гіпотезу; б) опис експериментального факту; в) висновок теорії.

3.12. У Стародавній Греції виникло уявлення про те, що Земля є центром, навколо якого обертаються Сонце та весь небосхил. Чи можна вважати це експериментальним фактом? гіпотезою? теорією?

3.13. Визначте, у яких твердженнях ідеться про гіпотезу, експеримент або спостереження.

1. Вимірювання показали, що яблуко падає з обриву швидше за згорнутий аркуш паперу.
2. І. Ньютон припустив, що рух Місяця навколо Землі та падіння яблука спричиняє одна й та сама сила.
3. Олег помітив, що влітку рано-вранці над озером виникає туман.
4. Письменник-фантаст вигадав історію про міжзоряну подорож.
5. Англійський учений Г. Кавендіш першим визначив масу Землі.

4. ФІЗИЧНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ЇХ ВИМІРЮВАННЯ. ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ

1-й рівень складності

4.1. Назвіть відомі вам фізичні величини. Що вони характеризують?

4.2. Що означає «виміряти фізичну величину»?

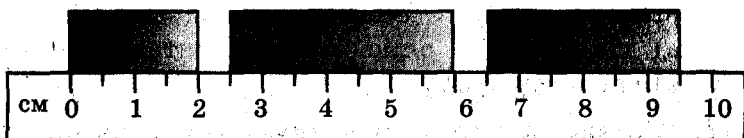
4.3. Які вимірювальні прилади вам відомі? Які фізичні величини можна вимірювати за їх допомогою?

4.4. Назвіть відомі вам одиниці фізичних величин.

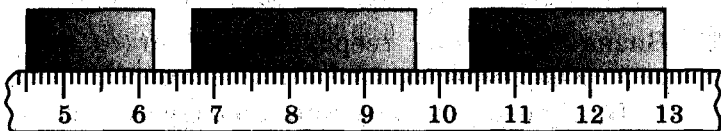
4.5. Яку фізичну величину вимірюють за допомогою мензурки?

4.6. За допомогою яких приладів можна вимірювати розміри тіл?

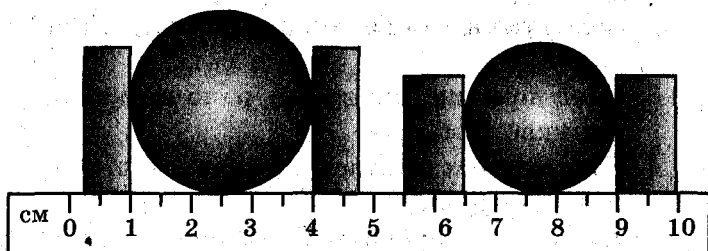
Якою є довжина кожного з брусків (див. рисунок)?



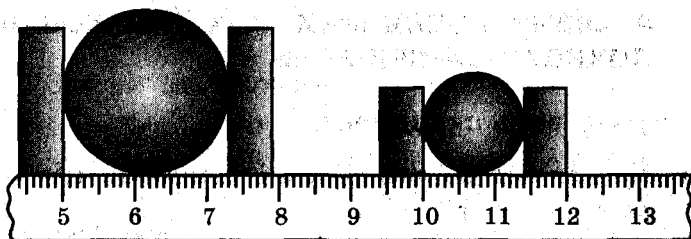
4.8. Якою є довжина кожного з брусків (див. рисунок), які прикладені до учнівської лінійки?



4.9. Яким є діаметр кожної з кульок (див. рисунок)?



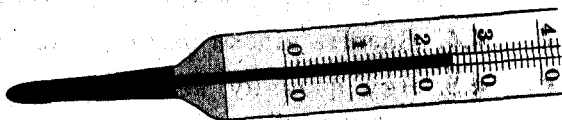
4.10. Яким є діаметр кожної з кульок (див. рисунок), які прикладені до учнівської лінійки?



4.11. Які фізичні величини вимірюють за допомогою приладів, зображених на рис. а, б?



а



б

2-й рівень складності

- 4.12. Випишіть окремо назви фізичних величин і вимірювальних приладів: довжина, термометр, об'єм, лінійка, секундомір, температура, час, мензурка, відстань, висота, вимірювальна стрічка, мікрометр.
- 4.13. Випишіть окремо назви фізичних величин і одиниць: довжина, градус, об'єм, квадратний метр, секунда, температура, час, кілометр, площа, година, висота, кубічний сантиметр, рік, світловий рік, морська миля.
- 4.14. Які з перелічених вимірювальних приладів призначені для вимірювання однієї і тієї самої фізичної величини: лінійка, термометр, секундомір, мензурка, метроном, вимірювальна стрічка, мікрометр, годинник?
- 4.15. Як можна перетворити (хоча б тимчасово) звичайну склянку на мірну посудину? Що вам для цього знадобиться?
- 4.16. Щоб визначити швидкість свого руху, велосипедист вимірює час руху між двома сусідніми кілометровими позначками; натомість водій автомобіля просто дивиться на спідометр. Хто з них здійснює пряме вимірювання, а хто — непряме?
- 4.17. Фотографію *a* квартирного газового лічильника зроблено 1 січня, а фотографію *б* — 1 березня того самого року. Який об'єм газу витратили мешканці квартири протягом двох місяців? Врахуйте показання лічильника з точністю до 1 м^3 .



a

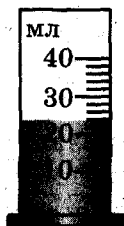


б

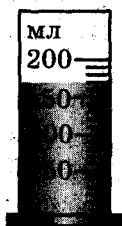
Скільки квадратних сантиметрів у квадратному метрі?

4.19. Скільки квадратних міліметрів у квадратному метрі?

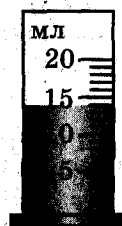
- 4.20.** Скільки квадратних метрів у квадратному кілометрі?
- 4.21.** Скільки кубічних сантиметрів у кубічному метрі?
- 4.22.** Скільки кубічних міліметрів у кубічному метрі?
- 4.23.** Скільки кубічних сантиметрів в одному літрі?
- 4.24.** Скільки літрів в одному кубічному метрі?
- 4.25.** Подайте у квадратних сантиметрах такі значення площі: 30 мм^2 , $0,4 \text{ дм}^2$, 35 дм^2 , $2,5 \text{ м}^2$.
- 4.26.** Подайте у кубічних сантиметрах такі значення об'єму: 30 мм^3 , $0,4 \text{ дм}^3$, 35 дм^3 , $2,5 \text{ м}^3$.
- 4.27.** Подайте у квадратних метрах такі значення площі: 45 мм^2 , 680 см^2 , 75 дм^2 , $0,25 \text{ км}^2$.
- 4.28.** Подайте у кубічних метрах такі значення об'єму: $45\ 000 \text{ см}^3$, 750 дм^3 .
- 4.29.** Подайте у секундах такі проміжки часу: 20 хв, 5 год, 3 доби.
- 4.30.** На рис. а-г зображено мензурки. Для кожної з мензурок знайдіть ціну поділки та об'єм наливої рідини.



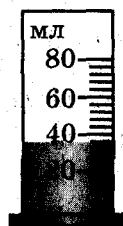
а



б

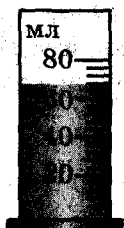


в

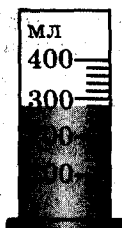


г

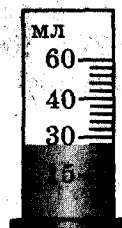
- 4.31.** На рис. а-г зображено мензурки. Для кожної з мензурок знайдіть ціну поділки та об'єм наливої рідини.



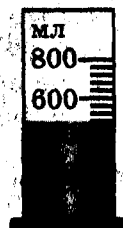
а



б



в



г

4.32. Знайдіть ціну поділки приладів, зображених на рис. *a, б* до задачі 4.11.

4.33. Якою є ціна поділки вашого кімнатного термометра? медичного термометра? Чи можна за допомогою кімнатного термометра виміряти температуру повітря з точністю до $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Накресліть у зошиті частину шкали лінійки з ціною поділки 2 мм.

4.35. Накресліть у зошиті частину шкали термометра з ціною поділки $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.36. Накресліть у зошиті частину шкали мензурки з ціною поділки 25 мл.

4.37. Накресліть у зошиті частину шкали лінійки з ціною поділки $0,25\text{ см}$.

Чи зможете ви без спеціальних приладів виміряти діаметр тонкого мідного дроту? Якщо так, то що вам для цього знадобиться?

4.39. Чи зможете ви за допомогою учнівської лінійки досить точно виміряти товщину аркуша підручника фізики? Спробуйте провести вимірювання, запишіть у зошит послідовність ваших дій та отриманий результат.

4.40. Як можна за допомогою мензурки виміряти об'єм монети? Запропонуйте план експерименту. Що вам знадобиться для його проведення?

4.41. Порахуйте (наближено) кількість літер у цій книжці. Випишіть у зошит послідовність ваших дій та отриманий результат.

Результат вимірювання маси тіла записано у вигляді $m=(25\pm 2)\text{ г}$. Якому інтервалу належить отримане значення маси? Визначте відносну похибку вимірювань.

4.43*. Результат вимірювання об'єму тіла записано у вигляді $V=(400\pm 20)\text{ см}^3$. Якому інтервалу належить отримане значення об'єму? Визначте відносну похибку вимірювань.

4.44* Результат вимірювання довжини відрізка записано у вигляді $l = (20 \pm 0,5)$ см. Якому інтервалу належить отримане значення довжини? Визначте відносну похибку вимірювань.

Випишіть результати вимірювань довжини брусків (див. задачу 4.7) з урахуванням похибок. Для кожного з вимірювань визначте абсолютну та відносну похибки.

4.46* Випишіть результати вимірювань діаметра кульок (див. задачу 4.9) з урахуванням похибок. Для кожного з вимірювань визначте абсолютну та відносну похибки.

4.47* Випишіть результати вимірювань об'єму рідини (див. задачу 4.30) з урахуванням похибок. Для кожного з вимірювань визначте абсолютну та відносну похибки.

3-й рівень складності

4.48. Що легше: виміряти товщину книжки з точністю до 2 мм чи довжину кімнати з точністю до 2 см? Обґрунтуйте свою відповідь.

4.49. Довжину ребра кубика збільшили в 3 рази. У скільки разів змінилися внаслідок цього: а) об'єм кубика; б) площа однієї грані; в) площа поверхні?

4.50* Чи завжди можна визначити абсолютну похибку вимірювання, знаючи ціну поділки шкали приладу?

4.51. Чи можете ви назвати величину, яку можна виміряти без похибки (тобто точно)?

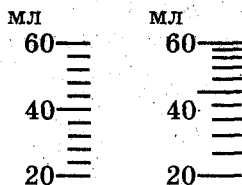
4.52. Радіус кулі збільшили в 4 рази. У скільки разів змінилися внаслідок цього: а) об'єм кулі; б) площа її поверхні?

Уявіть, що аркуш міліметрового паперу розмірами 20×30 см розрізали на окремі міліметрові квадратики. Яку довжину матиме стрічка завширшки 1 мм, викладена з цих квадратиків?

- 4.54.** Уявіть, що куб із довжиною ребра 10 см розрізали на маленькі кубики з довжиною ребра 1 мм і, поставивши всі ці кубики один на одного, «збудували» вежу. Яку висоту матиме така вежа?

Задачі для допитливих

- 4.55.** Кахельна плитка має форму прямокутника розмірами 15×30 см. Скільки таких плиток знадобиться, щоб викласти стіну розмірами $2,1 \times 3$ м? $1,9 \times 3,6$ м? Якщо плитки розрізати, то можна використати лише одну якусь частину кожної плитки.
- 4.56.** Як виміряти об'єм кристала мідного купоросу, який має неправильну форму? Врахуйте, що мідний купорос розчиняється у воді.
- 4.57.** Ви маєте посудину з водою, маленьку мензурку та звичайну склянку. Як можна виміряти об'єм деталі, яка за розміром дещо перевищує мензурку?
- 4.58.** Як можна експериментально визначити, у скільки разів об'єм піску більший, ніж загальний об'єм піщинок? Яке обладнання вам знадобиться для такого експерименту?
- 4.59.** Як можна визначити товщину плівки, яку утворює на воді крапля бензину або мастила після розтікання? Яке обладнання вам знадобиться?
- 4.60.** На рисунку зображено шкали двох мензурок. Як ви гадаєте, чим ці мензурки відрізняються одна від одної?



- 4.61.** Скільки брусків розмірами $2 \times 3 \times 5$ см може вмістити коробка розмірами $8 \times 15 \times 22$ см? Накресліть розміщення брусків у коробці.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Прикладом фізичного явища є:

- А складання віршів
- Б мрії дитини про майбутнє
- В зустріч двох старих друзів
- Г удар блискавки

2. Експеримент проводить:

- А астроном, який фотографує сонячне затемнення
- Б математик, який доводить теорему
- В хімік, який отримує в колбі нову речовину
- Г склодув, який виготовляє з розпеченого скла вазу

3. Прикладами фізичних величин є:

- А час, кілометр
- Б площа, температура
- В довжина, літр
- Г об'єм, секунда

4. Виберіть послідовність «фізична величина та прилад для її вимірювання».

- А температура, градус
- Б відстань, рулетка
- В час, століття
- Г об'єм, літр

5*. Вимірювання показало, що довжина бруска належить інтервалу від 4,8 до 5,2 см. Абсолютна та відносна похибки цього вимірювання становлять відповідно

- А 4 мм і 8 %
- Б 2 мм і 4 %
- В 4 мм і 4 %
- Г 2 мм і 8 %

6*. Визначте, якому із зазначених результатів вимірювань відповідає найменша відносна похибка. Тут l , S , V — довжина, площа та об'єм відповідно.

- А $l=(50\pm 5)$ м
- Б $S=(300\pm 20)$ см²
- В $l=(10\pm 2)$ см
- Г $V=(150\pm 20)$ дм³

РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

5. СИСТЕМА ВІДЛІКУ. МАТЕРІАЛЬНА ТОЧКА. ШЛЯХ. ПЕРЕМІЩЕННЯ

1-й рівень складності

5.1. Учень під час уроку сидить за партою. Наведіть приклади тіл, відносно яких учень перебуває в спокої, а відносно яких — рухається.

5.2. Потяг прямує від Вінниці до Львова. Наведіть приклади тіл, відносно яких машиніст потяга рухається, а відносно яких — перебуває в спокої.

5.3. Учень крокує шкільним коридором разом зі своїми друзями. Відносно яких тіл учень рухається, а відносно яких — перебуває в стані спокою.

5.4. Щоб дістатися до місця роботи, учитель має їхати автобусом. Відносно яких тіл учитель, їдучи автобусом, рухається? відносно яких тіл перебуває в спокої?

5.5. Визначте, чи можна вважати катер матеріальною точкою, коли: а) розглядається його кріплення на залізничній платформі; б) розраховується час його переходу між двома портами.

5.6. Визначте, чи може хлопець уважати футбольний м'яч матеріальною точкою, коли він: а) накачує м'яч за допомогою насоса; б) оцінює дальність польоту м'яча після удару.

5.7. Наведіть приклади прямолінійних рухів.

5.8. Наведіть приклади криволінійних рухів.

5.9. Прямою ділянкою дороги їде мотоцикліст. Які деталі мотоцикла рухаються відносно Землі по прямолінійних траєкторіях, а які — по криволінійних?

5.10. Накресліть траєкторію руху відносно Землі: а) кабіни ліфта; б) кінця стрілки годинника на вежі; в) точки на дверях вашої квартири.

5.11. Накресліть траєкторію руху відносно Землі: а) краплі дощу у вітряну погоду; б) патрульного автомобіля, що об'їхав міський квартал.

Дівчинка, йдучи з дому до школи, долає 250 м, а до музичного театру в тому самому напрямку — 670 м. Який шлях долає дівчинка до музичного театру, якщо йде до нього зі школи?

5.13. Відстань від будинку, де мешкає хлопець, до школи, де навчається, дорівнює 420 м. Після уроків, прямуючи повз свою домівку на заняття гуртка технічної творчості, хлопець проходить 770 м. Який шлях долає хлопець, коли повертається з гуртка додому?

2-й рівень складності

З високого берега видно на великій відстані теплохід. Як можна переконатися, що він рухається, а не стоїть на якорі?

5.15. Чому в повсякденному житті ми не помічаємо доброго обертання Землі?

5.16. Хлопчик, який пливе на плоту річкою, кидає у воду дерев'яну дощечку. Чи випередить дощечка пліт, чи станеться навпаки? Обґрунтуйте свою відповідь.

Потяг починає помалу набирати хід. Як має поводитися пасажир у потязі, щоб лишитися нерухомим відносно перону?

5.18. Потяг починає помалу набирати хід. Для чого пасажир, який запізнився та намагається вскочити у вагон, перед стрибком рухається поряд із ним?

Круїзний теплохід рухається повним ходом на південь. Пасажир піднімається на верхню палубу теплохода ліфтом. Визначте траєкторію руху пасажирів: а) відносно теплохода; б) відносно Землі.

5.20. Прямою ділянкою дороги їде мотоцикліст. Якою є траєкторія руху точки обода колеса мотоцикла відносно самого мотоцикліста?

5.21. Пасажир зайшов до автобуса через задні двері, а на наступній зупинці вийшов через передні. Чи однаковий шлях відносно дороги подолали між зупинками автобус і пасажир? Обґрунтуйте свою відповідь.

Хлопчик відпустив з рук м'яч на висоті 1,5 м, а коли м'яч відскочив від підлоги, спіймав його на висоті 1 м. Який шлях пройшов м'яч? На якій відстані від початкової точки було спіймано м'яч?

5.23. Під час гри в баскетбол спортсмен кинув м'яч вертикально вгору з висоти 0,5 м, а спіймав на висоті 1,5 м. Який шлях пройшов м'яч, якщо в польоті він підіймався на максимальну висоту 3 м? Визначте модуль переміщення м'яча.

5.24. Від якої фізичної величини залежить вартість поїздки в таксі: від шляху чи модуля переміщення? Обґрунтуйте свою відповідь.

5.25. Що показує лічильник на спідометрі автомобіля — пройдений автомобілем шлях чи модуль переміщення автомобіля?

5.26. Діти капітана Гранта в романі Жуля Верна в пошуках батька пройшли та пропливли вздовж 37-ої паралелі понад 10 000 км. Яку форму мала траєкторія їхнього руху відносно Землі?

5.27. Потяг рушає від платформи, а люди, які проводжають, іще стоять. Опишіть рух тих, хто проводжає, у системі відліку, пов'язаній з потягом.

3-й рівень складності

Кран піднімає бочку з бетоном і водночас пересувається вздовж будівельного майданчика. Накресліть приблизну траєкторію руху бочки відносно: а) кранівника; б) будівельників, які працюють на майданчику.

5.29. Будівельний кран піднімає бочку з бетоном і водночас обертається. Накресліть приблизну траєкторію руху бочки відносно: а) кранівника; б) будівельників, які працюють на майданчику.

Накресліть кілька траєкторій рухів, для яких пройдений шлях перевищує модуль переміщення у 2 рази.

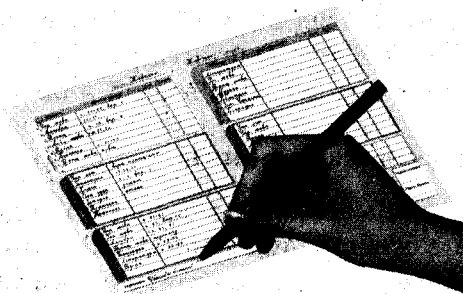
5.31. Накресліть кілька траєкторій рухів, для яких пройдений шлях перевищує модуль переміщення в 3 рази.

5.32. Риболовецьке судно пройшло 30 км на схід, а потім ще 40 км на північ. Визначте пройдений судном шлях і модуль переміщення (ви можете накреслити траєкторію в певному масштабі та здійснити вимірювання).

5.33. Уздовж радіуса круглої горизонтальної платформи, що рівномірно обертається навколо своєї осі, рухається хлопчик. Накресліть приблизну траєкторію руху хлопчика відносно землі, якщо відстань від краю до центра платформи він здолав за три оберти.

5.34. Упоперек палуби судна, яке йде річкою, встановлено тенісний стіл. Два пасажери грають у теніс. Накресліть під час спостереження зверху приблизну траєкторію руху тенісного м'яча відносно берегів, якщо судно йде по прямій.

5.35. Учитель робить запис у щоденнику учня. Чи можна вважати лінії запису траєкторією руху кінчика стрижня ручки?



5.36. У перших автомобілів задні колеса були жорстко з'єднані між собою. Чому це викликало швидкий знос покриття під час їзди звивистими дорогами?

Задача для допитливих

5.37. Літак пролетів над Південним полюсом і перемістився на 200 км на північ. Після цього він пролетів ще 200 км на захід. На якій відстані від Південного полюса опинився літак?

6. РІВНОМІРНИЙ РУХ. ШВИДКІСТЬ РУХУ*

1-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Автомобіль їде зі швидкістю 108 км/год. Подайте цю швидкість руху в метрах на секунду.

Дано:

$$v = 108 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = ?$$

Розв'язання

Щоб подати швидкість руху в метрах на секунду, треба перевести кілометри в метри, а години — у секунди.

Отже, $l = 108 \text{ км} = 108\,000 \text{ м}$, а $t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с}$.
Визначимо значення шуканої величини:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{108\,000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Відповідь: $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Задача 2. Автомобіль їхав 40 хв зі швидкістю 144 км/год. Яку відстань подолав автомобіль?

Дано:

$$v = 144 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$t = 40 \text{ хв} = \frac{2}{3} \text{ год}$$

$l = ?$

Розв'язання

Скористаємося формулою швидкості руху: $v = \frac{l}{t}$.

Шлях, який подолав автомобіль, знайдемо за формулою $l = vt$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$l = 144 \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \frac{2}{3} \text{ год} = 96 \text{ км}$$

Відповідь: $l = 96 \text{ км}$.

Подайте в кілометрах на годину такі значення швидкості руху: 0,5 м/с, 3 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с, 100 м/с, 1000 м/с.

* В усіх задачах цього параграфа вважайте рух тіл рівномірним.

6.2. Подайте в метрах на секунду такі значення швидкості руху: 3,6 км/год, 18 км/год, 36 км/год, 54 км/год, 72 км/год, 90 км/год, 108 км/год, 180 км/год.

Шлях від кар'єру до комбінату вантажівка долає за 30 хв, а на зворотний шлях витрачає 15 хв. У скільки разів порожня вантажівка їде швидше, ніж завантажена?

6.4. Спортсмен пробіг стадіоном два кола. Перше коло він подолав за 3 хв, а друге — за 2 хв. У скільки разів спортсмен збільшив швидкість свого руху на другому колі?

Літак пролетів 1200 км за 2 год. З якою швидкістю летів літак?

6.6. Тенісний м'яч під час змагань пролітає 15 м за півсекунди. З якою швидкістю рухається м'яч?

Потяг їде зі швидкістю 180 км/год. Який шлях він долає за 2 год?

6.8. Надзвуковий літак летить зі швидкістю 400 м/с. Яку відстань він пролетить за 5 с?

Велосипедист рухається зі швидкістю 36 км/год. Скільки часу він витратить, щоб проїхати 27 км?

6.10. Від станції «Фізика» до станції «Математика» потяг їде зі швидкістю 90 км/год. Скільки часу триває подорож, якщо відстань між станціями становить 60 км?

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. По шосе зі швидкістю 72 км/год їде автобус. Його наздоганяє легковий автомобіль, швидкість руху якого 90 км/год. Назустріч автобусу їде трейлер зі швидкістю 48 км/год. З якою швидкістю автобус наближається до трейлера та легкового автомобіля?

Дано:

$$v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_2 = 90 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_3 = 48 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_{12} = ?$$

$$v_{13} = ?$$

Розв'язання

Автомобіль і автобус рухаються в одному напрямку, тому швидкість їх зближення

$$v_{12} = v_2 - v_1.$$

Трейлер іде назустріч автобусу, тому швидкість зближення автобуса й трейлера

$$v_{13} = v_1 + v_3.$$

Визначимо значення шуканих величин:

$$v_{12} = 90 \frac{\text{км}}{\text{год}} - 72 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}},$$

$$v_{13} = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}} + 48 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 120 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Відповідь: $v_{12} = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$, $v_{13} = 120 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

6.11. Яка швидкість руху є більшою: 10 м/с або 10 км/год?

6.12. Яка швидкість руху є меншою: 72 км/год або 24 м/с?

6.13. Запишіть у порядку зменшення такі значення швидкості руху: 4 м/с, 40 км/год, 540 м/хв, 250 см/с.

6.14. Випишіть наведені нижче назви істот у порядку збільшення швидкості їхнього руху.

Ведмідь	30 км/год	Мустанг	25 км/год
Гепард	30 м/с	Носоріг	11 м/с
Дельфін	54 км/год	Равлик	9 см/хв
Комар	60 м/хв	Сокіл	16 м/с

6.15. Спринтер біжить зі швидкістю 480 м/хв, а хлопчик іде на велосипеді зі швидкістю 27 км/год. Хто з них рухається з більшою швидкістю?

- 6.16.** Надзвуковий літак летить зі швидкістю 1500 км/год. Чи наздожене його куля, яка летить зі швидкістю 500 м/с?
- 6.17.** Автомобіль їде зі швидкістю 60 км/год, а потяг — зі швидкістю 20 м/с. Який транспортний засіб рухається швидше?
- 6.18.** Швидкість поширення світла у вакуумі дорівнює 300 000 км/с. У скільки разів вона перевищує швидкість руху надзвукового літака, яка становить 1800 км/год?
- 6.19.** Пасажир пройшов уздовж двох вагонів пасажирського потяга за 20 с. Скільки часу витратить пасажир, щоб пройти ще вздовж 7 вагонів?
- 6.20.** Літак пролетів 750 км за 1 год 15 хв. З якою швидкістю рухався літак?
- 6.21.** Спортсмен пробіг дистанцію 4 км за 8 хв 20 с. З якою швидкістю біг спортсмен?
- 6.22.** З якою швидкістю (у метрах на секунду) рухався велосипедист, якщо він проїхав 21 км за 35 хв?
- 6.23.** Автобус проїхав 1,5 км за 1 хв. Який шлях подолає автобус за 1,5 год?
- 6.24.** Потяг їде зі швидкістю 180 км/год. Який шлях долає потяг за 1 хв?
- 6.25.** Земля рухається навколо Сонця зі швидкістю 30 км/с. Який шлях долає Земля протягом одного уроку (тобто за 45 хв)?
- 6.26.** Надзвуковий літак летить зі швидкістю 400 м/с. За який час він пролетить 100 км?
- 6.27.** Під час змагань тенісний м'яч летить зі швидкістю 99 км/год. За який час він пролетить 27,5 м?
- 6.28.** Асфальтоукладач рухається зі швидкістю 1,8 км/год. За який час він подолає ділянку шляху завдовжки 50 м?

6.29. Автобус, їдучи зі швидкістю 90 км/год, від передмістя до міста дістався за 20 хв. З якою швидкістю має їхати на велосипеді мешканець передмістя, щоб дістатися до міста за 1 год 30 хв?

Будівельний підйомник за 2 хв піднімає вантаж на 31-й поверх будинку. З якою швидкістю рухається підйомник, якщо відстань між поверхами дорівнює 3 м?

6.31. Під час змагань на іподромі жокей на коні долає ділянку дистанції від 1-го до 26-го стовпчика за 1 хв. З якою швидкістю біжить кінь, якщо відстань між двома сусідніми стовпчиками становить 30 м?

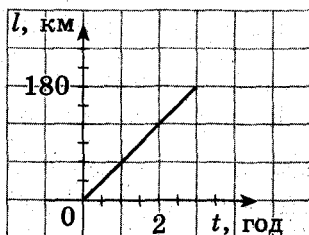
6.32. По дорозі назустріч один одному їдуть велосипедист і автомобіль зі швидкістю 15 і 65 км/год відповідно. З якою швидкістю вони зближуються?

6.33. По дорозі в одному напрямку їдуть велосипедист і автомобіль зі швидкістю 15 і 65 км/год відповідно. Автомобіль наздоганяє велосипедиста. З якою швидкістю вони зближуються?

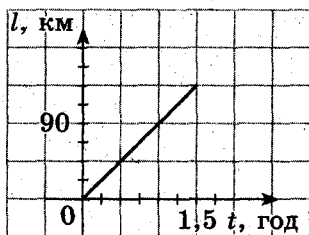
6.34. Автобус їде з незмінною швидкістю 45 км/год протягом 4 год. Побудуйте графіки залежності швидкості руху та шляху від часу.

6.35. Легковий автомобіль їде зі швидкістю 90 км/год протягом 1,5 год. Побудуйте графіки залежності швидкості руху та шляху від часу.

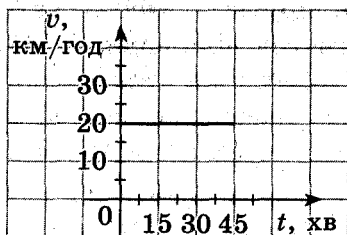
6.36. На рисунку зображено графік залежності шляху, який пройшов потяг, від часу. З якою швидкістю їхав потяг?



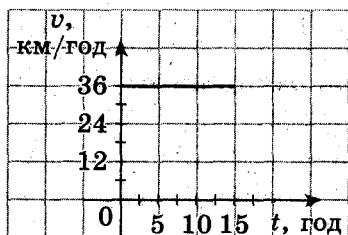
6.37. На рисунку зображено графік залежності шляху, який подолав автомобіль, від часу. З якою швидкістю їхав автомобіль?



На рисунку зображено графік залежності швидкості руху, з якою їхав велосипедист, від часу. Який шлях подолав велосипедист за 45 хв?



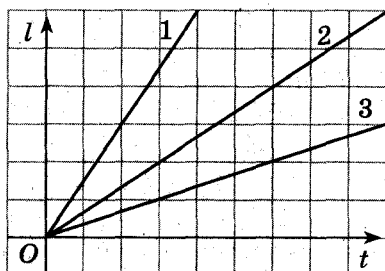
6.39. На рисунку зображено графік залежності швидкості руху, з якою йшло судно, від часу. Яку відстань воно пододало за 15 год?



Пішохід протягом 3 год рухався зі швидкістю 4 км/год. Побудуйте графік залежності швидкості руху пішоходу від часу.

6.41. Велосипедист протягом 150 с рухався зі швидкістю 8 м/с. Побудуйте графік залежності пройденого велосипедистом шляху від часу.

- 6.42. На рисунку зображено графіки залежності пройденого шляху від часу для трьох різних тіл. Яке з тіл рухалося з найменшою швидкістю? У скільки разів більші швидкості руху двох інших тіл?



- 6.43. Від автостанції в одному напрямку одночасно виїхали маршрутне таксі й автобус зі швидкістю 90 і 60 км/год відповідно. Побудуйте графіки залежності шляху від часу для таксі й автобуса. Користуючись графіками, знайдіть відстань між таксі й автобусом через 1 год 40 хв після початку руху.

- 6.44. Від пристані вниз за течією річки одночасно вийшли моторний човен і катер. Швидкість руху човна відносно берегів становить 12 км/год, а катера — 24 км/год. Побудуйте графіки залежності шляху від часу для човна і катера. Користуючись графіками, знайдіть відстань між човном і катером через 45 хв після початку руху. Вважайте, що береги річки прямолінійні.

3-й рівень складності

- 6.45. З якою швидкістю (у кілометрах на годину та метрах на секунду) іде локомотив, якщо відстань між 125- і 127-кілометровими стовпчиками він проходить за 1,5 хв?

- 6.46. З якою швидкістю (у кілометрах на годину та метрах на секунду) іде автомобіль, якщо відстань між 72- і 78-кілометровими стовпчиками він проходить за 2,5 хв?

- 6.47. З якою швидкістю (у метрах на секунду та кілометрах на годину) іде людина, якщо робить три кроки за 2 с? Довжина кроку становить 80 см.

6.48. Людина робить 5 кроків за 3 с. Довжина кроку становить 75 см. Скільки часу витратить людина на подолання 6 км 750 м?

6.49. Людина йде зі швидкістю 5,4 км/год. Скільки кроків за секунду вона робить? Довжина кроку становить 60 см.

6.50. Два зустрічні потяги проходять один повз одного зі швидкістю 48 і 60 км/год відповідно. Пасажир першого потяга помітив, що другий потяг пройшов повз його вікно за 10 с. Якою є довжина другого потяга?

6.51. Велосипедист від'їхав від стадіону о 10:00 і рухався зі швидкістю 18 км/год. Мотоцикліст від'їхав від того самого стадіону о 10:40 і рухався зі швидкістю 42 км/год. Мотоцикліст наздогнав велосипедиста біля залізничної станції. Визначте відстань між стадіоном і станцією.

Задачі для допитливих

6.52. Пліт пропливав під мостом, коли його обігнав моторний човен, який ішов униз за течією. Через 1 год човен, не змінивши режиму роботи двигуна, повернув назад і за 3 год дістався моста. Через який час після розвороту човен проходив повз пліт?

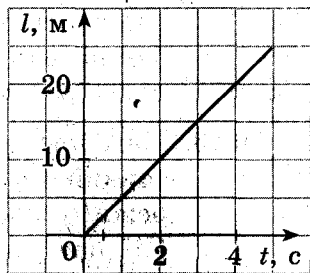
6.53. Пліт пропливав під мостом, коли його обігнав моторний човен. Човен проплив 10 км і, не змінюючи режиму роботи двигуна, повернув назад до плоту. Під час розвороту відстань від човна до плоту становила 9 км. На якій відстані від моста човен пройшов повз пліт?

6.54. Хлопчик пройшов $\frac{2}{5}$ довжини моста, коли почув сигнал автомобіля, який його наздоганяв. Якщо хлопчик побіжить назад, то зустрінеється з автомобілем біля одного краю моста, а якщо побіжить уперед — то біля іншого. У скільки разів швидкість руху автомобіля більша за швидкість, з якою біжить хлопчик?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Подайте швидкість руху 54 км/год в метрах на секунду.
А 0,9 м/с
Б 1,5 м/с
В 5,4 м/с
Г 15 м/с
2. Швидкість руху літака дорівнює 720 км/год. Протягом 5 хв літак долає шлях:
А 360 км
Б 60 км
В 21,6 км
Г 10 км
3. Спринтер біжить із незмінною швидкістю 8 м/с. За який час він долає шлях 40 м?
А 0,2 с
Б 5 с
В 3,2 с
Г 320 с
4. Відстань між двома пунктами становить 6 км. З якою швидкістю велосипедист проїде цю відстань за 20 хв?
А 5 м/с
Б 12 м/с
В 18 м/с
Г 30 м/с
5. На рисунку зображено графік залежності шляху від часу для тіла, що рухається рівномірно. Визначте за графіком швидкість руху тіла.
А 5 м/с
Б 10 м/с
В 15 м/с
Г 20 м/с



6. Перший автомобіль виїхав з населеного пункту о 6:00 і рухався зі швидкістю 60 км/год. Другий автомобіль виїхав з того самого населеного пункту о 6:10. З якою швидкістю має рухатися другий автомобіль, щоб наздогнати перший о 6:30?
А 70 км/год
Б 75 км/год
В 90 км/год
Г 96 км/год

7. НЕРІВНОМІРНИЙ РУХ. СЕРЕДНЯ ШВИДКІСТЬ НЕРІВНОМІРНОГО РУХУ

1-й рівень складності

Спортсмен біжить стадіоном. Перше коло він пробігає зі швидкістю 12 км/год, а друге — зі швидкістю 10 км/год. У скільки разів відрізняється час проходження першого та другого кіл?

7.2. Велосипедист проїхав велотреком чотири кола. Перші два кола велосипедист проїхав зі швидкістю 48 км/год, а решту — зі швидкістю 40 км/год. У скільки разів відрізняється час проходження першої та другої половин дистанції?

Мотоцикліст першу половину часу їхав зі швидкістю 100 км/год, а другу — зі швидкістю 80 км/год. У скільки разів відрізняються шляхи, які проїхав мотоцикліст за першу та другу половини часу?

7.4. Хлопчик пройшов деякий час пішки, везучи велосипед поряд, зі швидкістю 4 км/год, а потім стільки саме часу їхав на велосипеді зі швидкістю 16 км/год. У скільки разів відрізняються шляхи, які пройшов і проїхав хлопчик?

Автомобіль проїхав 50 км за 0,5 год, а потім ще 150 км за 2 год. Визначте середню швидкість руху автомобіля на всьому шляху.

7.6. Пішохід пройшов 3 км за 40 хв, а потім проїхав автобусом 17 км за 20 хв. Визначте середню швидкість руху пішохода на всьому шляху.

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Автомобіль проїхав автострадою 50 км та ґрунтовою дорогою 40 км зі швидкістю 100 і 20 км/год відповідно. Визначте середню швидкість руху автомобіля на всьому шляху.

Дано:

$$l_1 = 50 \text{ км}$$

$$v_1 = 100 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$l_2 = 40 \text{ км}$$

$$v_2 = 20 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_{\text{сер}} = ?$$

Розв'язання

Скористаємось визначенням середньої швидкості руху:

$$v_{\text{сер}} = \frac{l}{t},$$

де $l = l_1 + l_2$ — увесь шлях, який пройшло тіло, $t = t_1 + t_2$ — час, за який пройдено весь шлях.

$$\text{Загальний час руху } t = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} = \frac{l_1 v_2 + l_2 v_1}{v_1 v_2}.$$

$$\text{Отже, середня швидкість руху } v_{\text{сер}} = \frac{v_1 v_2 (l_1 + l_2)}{l_1 v_2 + l_2 v_1}.$$

$$\text{Перевіримо одиниці: } [v_{\text{сер}}] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \frac{\text{км}}{\text{год}} (\text{км} + \text{км})}{\frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \frac{\text{км}}{\text{год}} + \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \frac{\text{км}}{\text{год}}} = \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$v = \frac{100 \cdot 20 \cdot (50 + 40)}{50 \cdot 20 + 40 \cdot 100} = 36 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right).$$

$$\text{Відповідь: } v_{\text{сер}} = 36 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Кожні 15 хв тіло долає 150 м. Чи можна стверджувати, що це тіло обов'язково рухається рівномірно?

7.8. Опишіть нерівномірний рух, у ході якого кожні 4 хв тіло проходить 400 м.

На перегонах велосипедист проїхав спочатку 15 км зі швидкістю 45 км/год, а потім ще 28 км зі швидкістю 42 км/год. Визначте середню швидкість руху велосипедиста на всій дистанції.

7.10. Автомобіль проїхав спочатку 45 км зі швидкістю 90 км/год, а потім ще 75 км зі швидкістю 100 км/год. Визначте середню швидкість руху автомобіля на всьому шляху.

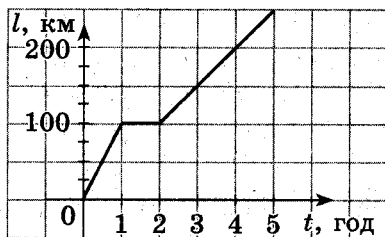
Між двома станціями курсує електричка. В один бік вона їде 1 год 20 хв, а на зворотний шлях витрачає 1 год 10 хв. На кінцевій станції вона стоїть 10 хв. Визначте середню швидкість руху електрички на всьому

шляху, якщо відстань між станціями дорівнює 56 км. Якою була б середня швидкість руху електрички, якби тривалістю зупинки можна було знехтувати?

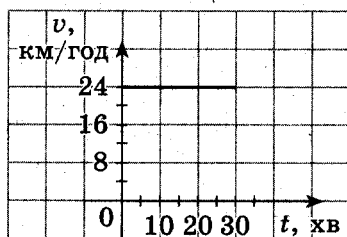
7.12. Хлопець пробіг 600 м до магазину за 4 хв. Зробивши покупку, він спокійною ходою повернувся додому за 8 хв. Скільки часу провів хлопець у магазині, якщо середня швидкість його руху за весь час становила 3,6 км/год?

7.13. На рисунку зображено графік залежності пройденого автомобілем шляху від часу. Визначте швидкості, з якими рухався автомобіль на різних етапах руху. Побудуйте графік залежності швидкості руху від часу.

7.14. На рисунку зображено графік залежності швидкості руху велосипедиста від часу. Побудуйте графік залежності шляху, який подолав велосипедист, від часу.

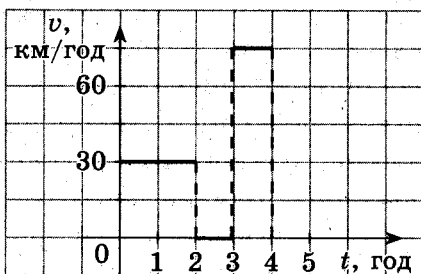


До задачі 7.13



До задачі 7.14

7.15. На рисунку зображено графік залежності швидкості руху від часу для деякого тіла. Побудуйте графік залежності шляху від часу.



7.16. Автобус їхав 1 год зі швидкістю 90 км/год, півгодини стояв та їхав ще 2 год зі швидкістю 60 км/год.

Побудуйте графіки залежності шляху та швидкості руху автобуса від часу. Визначте середню швидкість руху автобуса.

7.17. Автомобіль проїхав 120 км зі швидкістю 60 км/год, а потім ще 1 год — зі швидкістю 90 км/год. Побудуйте графіки залежності шляху та швидкості руху автобуса від часу. Визначте середню швидкість руху автобуса.

3-й рівень складності

7.18. Спортсмен біжить стадіоном. Перше коло він пробігає зі швидкістю $v_1 = 11$ км/год, а друге — зі швидкістю $v_2 = 9$ км/год. Визначте середню швидкість руху бігуна протягом усього часу руху.

7.19. Велосипедист проїхав велотреком чотири кола. Перші два кола він проїхав зі швидкістю 16 км/год, а решту — зі швидкістю 48 км/год. Визначте середню швидкість руху спортсмена на всьому шляху.

7.20. Мотоцикліст першу половину часу їхав зі швидкістю 100 км/год, а другу — зі швидкістю 80 км/год. Визначте середню швидкість руху мотоцикліста на всьому шляху.

7.21. Хлопчик їхав деякий час на велосипеді зі швидкістю 16 км/год, а потім стільки саме часу, коли велосипед зламався, ішов пішки зі швидкістю 4 км/год. Визначте середню швидкість руху хлопчика на всьому шляху.

7.22. Автобус їхав першу половину часу зі швидкістю 60 км/год. З якою швидкістю автобус їхав другу половину часу, якщо середня швидкість його руху на всьому шляху становила 50 км/год?

7.23. Автомобіль їхав першу половину шляху зі швидкістю 60 км/год. З якою швидкістю автомобіль їхав другу половину шляху, якщо середня швидкість його руху на всьому шляху становила 48 км/год?

7.24. На перевал туристична група піднімалася зі швидкістю $v_1 = 2$ км/год, а спускалася з іншого боку гори зі швидкістю $v_2 = 4$ км/год. Визначте середню

швидкість руху групи на всьому шляху, якщо на підйом було витрачено $3/4$ всього часу.

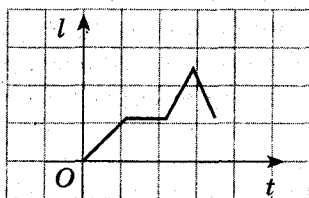
7.25. Катер пройшов річкою від пристані A до пристані B за течією 20 км, а потім, не зупиняючись, повернувся назад. На весь шлях він витратив 2 год. З якою швидкістю катер ішов проти течії, якщо швидкості його руху вниз за течією та вгору проти течії відрізнялись у 2 рази?

7.26. Під час змагань з військово-прикладних видів спорту спортсмен повинен пробігти крос та, не зупиняючись, перепливти озеро. З якою швидкістю має бігти спортсмен, щоб повторити рекорд, який становить 20 хв? Довжина дистанції кросу становить 4 км, ширина озера — 500 м. Спортсмен біжить у 5 разів швидше, ніж пливе.

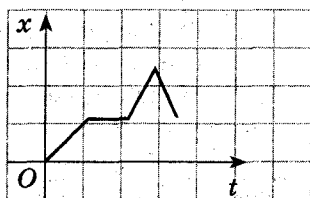
7.27. Щоб потрапити зі Львова у віддалений куточок Карпат, група туристів проїхала $3/4$ шляху автомобілем, а решту шляху — на конях гірськими стежками. Визначте середню швидкість руху групи, якщо швидкість руху автомобіля $v_1 = 90$ км/год, швидкість руху коней $v_2 = 6$ км/год.

7.28. З міста до селища рушив автобус, але, проїхавши 15 км, зламався. Решту шляху пасажиром довелося йти пішки. Яку відстань пройшли пасажиром, якщо швидкість руху автобуса становила 60 км/год, швидкість ходьби — 5 км/год, а середня швидкість руху на всьому шляху дорівнювала 16 км/год?

7.29. На рис. a , b наведено графіки залежності від часу шляху l та відстані x тіла від початкової точки для двох рухів. У якому з графіків допущено помилку? Обґрунтуйте свою відповідь.



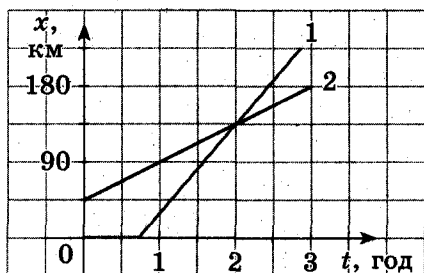
a



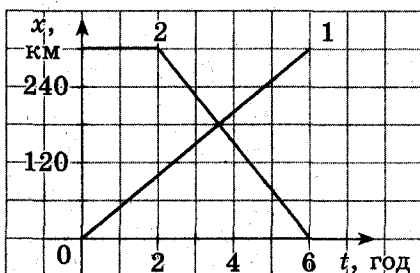
b

На рисунку зображено графіки залежності від часу відстані x до міста A для двох автобусів. Якою була початкова відстань від міста A для кожного автобуса? Який автобус почав рухатися пізніше? на скільки пізніше? Рухались автобуси в одному напрямку чи в різних? З якою швидкістю рухався кожний автобус? На якій відстані від міста A один з автобусів наздогнав інший?

7.31. На рисунку зображено графіки залежності від часу відстані x до станції A для двох потягів. Якою була початкова відстань від станції A для кожного потяга? Який потяг почав рухатися раніше? на скільки раніше? Рухалися вони в одному напрямку чи в різних? З якою швидкістю рухався кожний потяг? На якій відстані від вихідного пункту першого потяга вони зустрілися?



До задачі 7.30



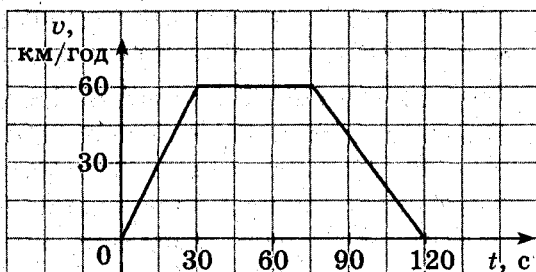
До задачі 7.31

Від автостанції від'їхав автобус і попрямував маршрутом зі швидкістю 75 км/год. Через 40 хв у тому самому напрямку зі швидкістю 100 км/год виїхав міжміський експрес. Побудуйте на одному рисунку графіки залежності шляху від часу для автобуса та експреса. Через який час після виїзду експреса відстань між ним і автобусом дорівнюватиме 25 км? Через який час після виїзду експреса наздожене автобус?

7.33. Від станції з інтервалом у 45 хв вирушили товарний і пасажирський потяги. Швидкість руху товарного

потяга становить 60 км/год, а пасажирського — в 1,5 разу більша. Побудуйте на одному рисунку графіки залежності шляху від часу для товарного та пасажирського потягів. На якій відстані від товарного потяга перебуватиме пасажирський через 1 год після початку свого руху? На якій відстані від відправної станції розташований залізничний вузол, на якому пасажирський потяг обжене товарний?

- 7.34. На рисунку наведено графік руху потяга в метро між двома станціями. Визначте максимальну та середню швидкості руху потяга.



Задачі для допитливих

- 7.35. Два автомобілі одночасно виїхали з міста А до міста Б. Перший автомобіль першу половину часу їхав зі швидкістю v_1 , а другу — з меншою швидкістю v_2 . Другий автомобіль першу половину шляху їхав зі швидкістю v_1 , а другу — зі швидкістю v_2 . Який з автомобілів дістався міста Б раніше?
- 7.36. Капітан катера намагається встановити рекорд зі швидкісного проходження певної дистанції — від місця старту до розвороту і назад до старту. Де це зручніше зробити: на річці чи озері? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 7.37. Хлопчик ішов пішки зі швидкістю 4 км/год, а потім їхав на велосипеді зі швидкістю 24 км/год. Яку частину всього шляху і яку частину всього часу руху хлопчик їхав, якщо за 2 год він подолав відстань 16 км?

- 7.38.** Туристична група йшла від табору рівниною зі швидкістю 3 км/год, піднімалася пагорбом зі швидкістю 2 км/год, потім спускалася вниз тією самою стежкою зі швидкістю 6 км/год і знову йшла рівниною до свого табору зі швидкістю 3 км/год. Якою була середня швидкість руху групи на всьому шляху?
- 7.39.** З воєнного містечка на полігон, розташований на відстані 12 км, потрібно доправити групу солдатів. Автобус за рейс може взяти тільки половину групи, пального в баку вистачає на 12 км. За який мінімальний час можна доправити на полігон всю групу, якщо автобус іде зі швидкістю 30 км/год, а солдати йдуть маршем зі швидкістю 6 км/год?
- 7.40.** Чотири туристи, що мають у своєму розпорядженні 3 велосипеди, повинні якнайшвидше потрапити на базу. За який час усі вони зможуть це зробити, якщо швидкість їзди на велосипеді кожного з туристів дорівнює 16 км/год, швидкість ходьби — 8 км/год, а відстань до бази — 48 км?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Пішохід пройшов спочатку 6 км вулицями міста за 1,5 год, а потім ще 2 км стежками парку за 1 год. Визначте середню швидкість руху пішохода.

А 2 км/год

В 3,2 км/год

Б 2,5 км/год

Г 3,6 км/год

2. Автомобіль їхав 2 год зі швидкістю 70 км/год, а потім ще 1,5 год зі швидкістю 42 км/год. Середня швидкість руху автомобіля становить:

А 32 км/год

В 58 км/год

Б 48 км/год

Г 64 км/год

3. Лижник проїхав третину дистанції зі швидкістю 6 м/с, а решту — зі швидкістю 4 м/с. Середня швидкість руху лижника на всій дистанції становила:

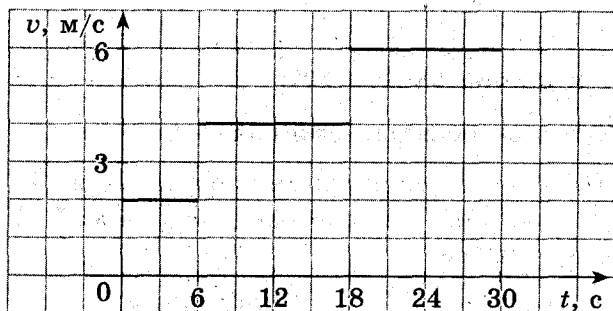
А 4,5 м/с

Б 5 м/с

В 5,2 м/с

Г 5,6 м/с

4. На рисунку наведено графік залежності швидкості руху тіла від часу. Визначте шлях, який пройшло тіло за 30 с.



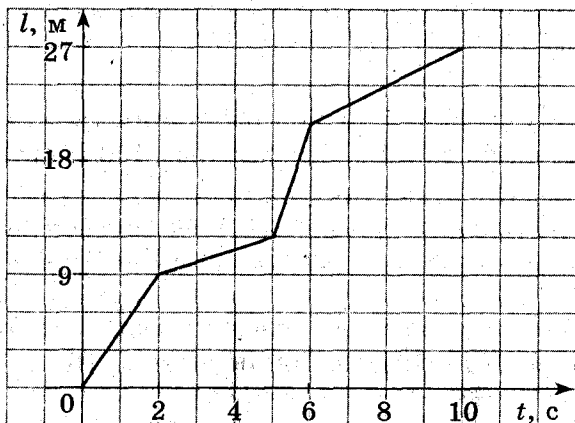
- А 90 м Б 132 м В 148 м Г 180 м

5. На рисунку наведено графік залежності пройденого тілом шляху від часу. Виберіть послідовність значень швидкості руху тіла на окремих ділянках шляху.

- А 9 м/с; 3 м/с; 9 м/с; 6 м/с
 Б 3 м/с; 1 м/с; 9 м/с; 4,5 м/с
 В 4,5 м/с; 1 м/с; 9 м/с; 1,5 м/с
 Г 4,5 м/с; 3 м/с; 6 м/с; 3 м/с

6. На рисунку наведено графік залежності пройденого тілом шляху від часу. Визначте середні швидкості руху протягом перших 5 с і за весь час руху.

- А 12 м/с; 27 м/с В 12 м/с; 15 м/с
 Б 1,2 м/с; 2,7 м/с Г 2,4 м/с; 2,7 м/с



До завдань 5, 6

8. РІВНОМІРНИЙ РУХ МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ ПО КОЛУ

1-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача*. Патрон електродріля обертається з частотою 750 об/хв. Скільки обертів здійснює патрон за 1 с? Визначте період його обертання.

Дано:

$$n = 750 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

$$T = ?$$

Розв'язання

Оскільки за 1 хв патрон здійснює 750 обертів, то за 1 с він здійснить у 60 разів менше обертів,

$$\text{тобто } n = 12,5 \frac{\text{об}}{\text{с}} = 12,5 \text{ с}^{-1}.$$

Період обертання є оберненим до обертової частоти: $T = \frac{1}{n}$.

Перевіримо одиниці: $[T] = \frac{1}{\text{с}^{-1}} = \text{с}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$T = \frac{1}{12,5} = 0,08 \text{ (с)}.$$

Відповідь: $T = 0,08 \text{ с}$.

Колесо велосипеда, яке обертається, за 0,5 хв здійснює 90 обертів. З яким періодом обертається колесо?

8.2. Чому дорівнює період обертання гвинта гелікоптера, якщо за 20 с він здійснює 400 обертів?

З якою частотою обертається барабан пральної машини, якщо за 2 хв він здійснює 1600 обертів?

8.4* Обчисліть обертову частоту вала електродвигуна, якщо він здійснив 500 обертів за 10 с.

Вентилятор кондиціонера здійснює один оберт за 0,5 с. З якою частотою він обертається?

8.6* Компакт-диск у CD-приводі здійснює один оберт за 0,01 с. З якою частотою він обертається?

Вал електродвигуна здійснює 480 обертів за хвилину. З яким періодом він обертається?

8.8. Кулер мікропроцесора персонального комп'ютера здійснює 3000 обертів за хвилину. З яким періодом він обертається?

2-й рівень складності

Чому дорівнює період обертання секундної стрілки годинника?

8.10. Чому дорівнює період обертання хвилинної стрілки годинника?

Яку частину повного кола проходить секундна стрілка годинника за секунду?

8.12. Яку частину повного кола проходить хвилинна стрілка годинника за секунду?

У скільки разів обертова частота секундної стрілки годинника перевищує обертову частоту хвилинної стрілки?

8.14* У скільки разів обертова частота хвилинної стрілки годинника перевищує обертову частоту годинної стрілки?

3-й рівень складності

8.15* Секундна стрілка годинника у 2 рази довша, ніж хвилинна. У скільки разів швидкість руху кінця секундної стрілки перевищує швидкість руху кінця хвилинної стрілки?

8.16* Перед тим як кинути молот, юний спортсмен деякий час рухає його по колу радіусом 1,3 м зі швидкістю 22 м/с. Визначте період і обертову частоту руху молота.

8.17*. Місяць робить повний оберт навколо Землі за 27 діб, рухаючись по колу радіусом 380 000 км. Визначте швидкість руху Місяця відносно Землі.

? 8.18*. Радіуси двох дисків, з'єднаних ремінною передачею (див. рисунок), відрізняються у 2 рази. Диск 1 обертається за ходом годинникової стрілки. У якому напрямку обертається диск 2? Порівняйте період обертання, обертову частоту та швидкість руху точок ободів обох дисків.



8.19. Автомобіль на перехресті здійснює поворот праворуч. Чи однаковий шлях проходять під час повороту права і ліва фари автомобіля?

Задачі для допитливих

? 8.20. Супутники Марса Фобос і Деймос обертаються навколо нього в один бік. Але для спостерігача, що перебуває на Марсі, вони рухаються в різні боки. Чим зумовлений цей ефект?

8.21. Вертикальний паперовий циліндр, що обертається навколо своєї осі, здійснює 50 об/с. З пневматичної гвинтівки по центру бічної поверхні циліндра в горизонтальному напрямку роблять постріл. Куля пробиває циліндр. При цьому в циліндрі виявляється лише один отвір. З якою найбільшою швидкістю руху могла летіти куля? Радіус циліндра 50 см.

? 8.22. Під час руху колеса без проковзування на дорозі може залишатися чіткий відбиток протектора. Який висновок можна зробити з цього спостереження?

? 8.23. Автомобіль рухається по шосе рівномірно зі швидкістю 90 км/год. Визначте швидкість руху верхньої точки колеса відносно: а) корпусу автомобіля; б) Землі.

- 8.24. Велосипедист рухається по шосе прямолінійно. Накресліть приблизну траєкторію руху: а) точки обода колеса; б) середини спиці колеса.
- 8.25. Велосипедист рухається по шосе рівномірно зі швидкістю 24 км/год. Визначте обертову частоту руху колеса, якщо радіус колеса дорівнює 26 см.

9. КОЛИВАЛЬНИЙ РУХ

1-й рівень складності

- 9.1. Поплавець, який коливається на поверхні води, за 1 хв піднімається та опускається 40 разів. Чому дорівнює період коливань поплавця?
- 9.2. Голка швацької машини коливається з періодом 0,25 с. Якою є частота коливань голки?
- 9.3. Поршні двигуна автомобіля здійснюють коливання з періодом 50 мс. З якою частотою коливаються поршні?
- 9.4. Ударний вузол перфоратора здійснює коливання з частотою 2,5 Гц. З яким періодом коливається ударний механізм?
- 9.5. Каретка струминного принтера під час друкування здійснює зворотно-поступальний рух з частотою 0,5 Гц. З яким періодом коливається каретка?

2-й рівень складності

- 9.6. Рухи ніг хлопця, який крокує з незмінною швидкістю, можна вважати коливаннями. Яким є період коливань ніг хлопця, якщо він за 5 хв зробив 400 кроків?
- 9.7. Якою є частота коливань тіла, яке за 10 с здійснює 150 коливань?

9.8. Мембрана гучномовця коливається з частотою 200 Гц. Визначте кількість коливань мембрани за 2 с.

За 2 хв хлопець, який підстрибує на місці, здійснив 180 стрибків. З якою частотою підстрибує хлопець?

Як зміняться період та частота малих коливань математичного маятника, якщо амплітуду коливань зменшити? збільшити?

Як зміняться період та частота малих коливань математичного маятника, якщо зменшити його довжину?

Як зміняться період та частота малих коливань математичного маятника, якщо масу тіла, прикріпленого до нитки, зменшити? збільшити?

Період коливань маятника настінного годинника було збільшено завдяки подовженню підвісу маятника. Як змінився хід годинника?

Як треба змінити період коливань маятника настінного годинника (збільшити чи зменшити), якщо годинник відстає?

Амплітуда коливань кульки на нитці становить 4 см. Який шлях проходить кулька за 2 періоди?

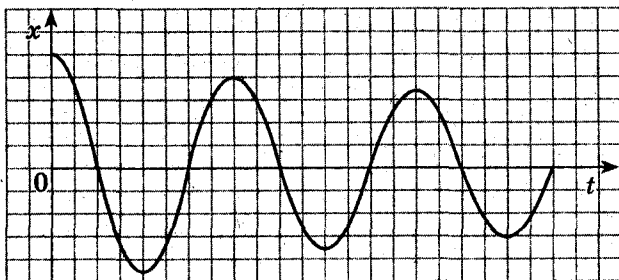
9.16. Тіло, що коливається, за чотири періоди проходить шлях 16 см. З якою амплітудою коливається тіло?

9.17. Які з перелічених коливань є незатухаючими: коливання крил метелика в польоті, коливання гойдалки після випадкового поштовху, коливання судна під час шторму?

9.18. Чи можна вважати математичним маятником портфель школяра, підвішений на мотузці завдовжки 0,5 м?

3-й рівень складності

- 9.19. Маятником у настінному годиннику слугує тягарець на легкому стрижні, який може коливатися відносно верхньої точки. Куди треба пересунути тягарець, якщо годинник відстає?
- 9.20. Маятниковий годинник узимку винесено з кімнати надвір. Як зміниться хід годинника?
- 9.21. Якщо в темряві спостерігати лампочку, яка гойдається на проводах, то можна бачити світну смугу, кінці якої є більш яскравими. Чому краї цієї смуги світліші, ніж середина?
- 9.22. На стіні кают-компанії теплохода висить годинник, маятник якого коливається з частотою $0,5$ Гц. Скільки коливань здійснить маятник за час подорожі теплохода з Одеси до Маріуполя? Середня швидкість руху теплохода дорівнює 15 км/год, а відстань між містами — 600 км.
- 9.23. Коли підвішений на пружині тягарець коливається у вертикальному напрямку, його висота над столом змінюється від 5 до 15 см. За 1 хв тягарець проходить шлях 6 м. Визначте частоту коливань, вважаючи їх незатухаючими.
- 9.24. Проаналізуйте отриманий експериментально графік затухаючих коливань маятника (див. рисунок). Зробіть висновок: як залежить період коливань від їхньої амплітуди?



ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ*

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Лопаті вентилятора здійснюють 5 обертів за 2 с. Визначте обертову частоту лопатей та період їхнього обертання.

А 2,5 Гц; 0,4 с

В 0,4 Гц; 2,5 с

Б 10 Гц; 0,1 с

Г 0,1 Гц; 10 с

2. Скільки повних обертів здійснює секундна стрілка годинника протягом уроку (за 45 хв)?

А 45

В 2700

Б 60

Г 4500

3. Кінь біжить по колу циркової арени. Період його руху дорівнює 8 с, діаметр арени — 13 м. Визначте (приблизно) швидкість руху коня.

А 1,6 м/с

В 5 м/с

Б 3,2 м/с

Г 10 м/с

4. Обертова частота руху компакт-диска становить 60 с^{-1} . Визначте (приблизно) швидкість руху точки компакт-диска, яка розташована на відстані 5 см від осі обертання.

А 3 м/с

В 19 м/с

Б 9 м/с

Г 30 м/с

5. За 5 хв маятник здійснив 150 повних коливань. Період коливань маятника дорівнює:

А 0,03 с

В 2 с

Б 0,5 с

Г 30 с

6. Незатухаючі коливання тіла з амплітудою 4 см і частотою 2 Гц тривали 3 с. За цей час тіло пройшло шлях:

А 24 см

В 72 см

Б 48 см

Г 96 см

РОЗДІЛ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА

10. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. ІНЕРЦІЯ. МАСА

1-й рівень складності

З якими тілами взаємодіє книжка, що лежить на столі?

10.2. Чи взаємодіє з якимось тілом птах, який летить?

10.3. Дія яких тіл викликає зміну швидкості волейбольного м'яча під час гри?

Яке явище призводить до того, що під час різкого гальмування автобуса пасажирів «кидає» вперед?

10.5. Судно заходить у порт. Капітан віддає команду «Стоп машина», але судно продовжує рухатися. Яке фізичне явище при цьому спостерігається?

Унаслідок зіткнення дві кульки, які рухалися назустріч одна одній, зупинилися. Яка з кульок має меншу масу і в скільки разів, якщо початкова швидкість руху першої кульки дорівнювала 2 м/с, а другої — 1 м/с?

10.7. Між двома візками, що стоять на столі, розташована зігнута пружна пластинка, яку утримує нитка (рис. а). Нитку підпалюють, пластинка розпрямляється і розштовхує візки (рис. б). Маса якого з візків більша і в скільки разів, якщо візок 1 набрав швидкість 10 см/с, а візок 2 — 50 см/с?



а



б

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. З платформи, яка рухалася зі швидкістю 3 м/с, зіскочив хлопчик. Після стрибка платформа зупинилася. У який бік і з якою швидкістю відносно землі стрибнув хлопчик, якщо його маса становить 50 кг, а маса платформи — 150 кг?

Дано:

$$v_1 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m_1 = 150 \text{ кг}$$

$$m_2 = 50 \text{ кг}$$

$$v_2 = ?$$

Розв'язання

Під час взаємодії хлопчика і платформи зміни швидкостей руху тіл є обернено пропорційними їхнім масам:

$\frac{\Delta v_1}{\Delta v_2} = \frac{m_2}{m_1}$, де $\Delta v_1 = v_1$ — зміна швидкості руху платформи, $\Delta v_2 = v_2 - v_1$ — зміна швидкості руху хлопчика. Щоб платформа зупинилася, хлопчик мав стрибнути в напрямку її руху.

Остаточню маємо:

$$\frac{v_1}{v_2 - v_1} = \frac{m_2}{m_1}, \quad v_2 = v_1 \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right).$$

Перевіримо одиниці: $[v_2] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \left(\frac{\text{кг}}{\text{кг}} + 1 \right) = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$v_2 = 3 \cdot \left(\frac{150}{50} + 1 \right) = 12 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Відповідь: у напрямку руху платформи зі швидкістю

$$v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

У супермаркетах для зручності покупців біля кас встановлено транспортні стрічки. Поряд із ними часто встановлюють надписи з проханням: «Для запобігання биття скляної тари високі пляшки кладіть на стрічку». Чому небезпечно ставити пляшки на стрічку?

10.9. У ході транспортування автомобілів або інших габаритних вантажів на залізничних платформах їх ретельно закріплюють. Для чого?

- 10.10.** Якщо швидко спускатися сходами, то на поворотах потрібно триматися за поруччя. Для чого?
- 10.11.** Уявіть, що ви перебуваєте на човні посередині озера. До берегів недалеко, але весла ви загубили. Чи можна почати рухатися до берега, застосовуючи кухоль? Якщо можна, то як саме?
- 10.12.** Човен нерухомо плаває біля причалу. Хлопчик у човні може зробити крок. Чи однаковими будуть наслідки цього руху в разі, коли хлопчик зробить крок у човні або крок із човна на причал?
- 10.13.** Якщо велосипедист під час руху раптово наїжджає на перешкоду, яка зупиняє переднє колесо, він обов'язково летить уперед. Чому?
- 10.14.** Коли розкривається парашут, його лямки доволі помітно смикають парашутиста. Чому?
- 10.15.** Якщо автомобіль, що їде першим, різко гальмує, автомобіль, що їде за ним, може не встигнути загальмувати, що спричинить зіткнення. При цьому водій та пасажир першого автомобіля можуть отримати травми шиї. Які конструктивні особливості крісел сучасних автомобілів сприяють запобіганню таких травм?
- 10.16.** У стволі рушниці куля рухається під дією газів, які виникають під час спалювання пороху. На кулю, що вилетіла зі ствола, гази перестають діяти, та вона все одно продовжує рухатися. Чому куля рухається після того, як залишає ствол?
- 10.17.** Близько ста років тому був популярним такий цирковий трюк. Атлет лягав на підлогу, йому на груди клали важке ковадло і били по ньому молотками. Якби молотками били просто по грудях, то атлет отримав би тяжкі травми, а завдяки ковадлу удари молотками не завдавали ніякої шкоди. Чому?

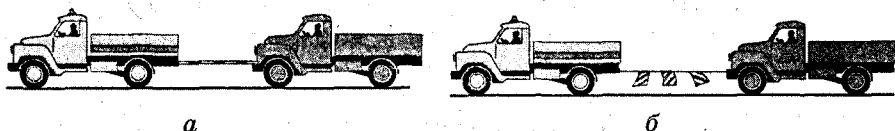
- ? 10.18. Ви подорожуєте вночі сучасним автобусом. За вікнами салону суцільна темрява. За якими ознаками можна зрозуміти, що автобус рушає із зупинки? Шуму двигуна не чути.
- ? 10.19. Коли електричка переїжджає через переїзд, її хитає з боку в бік. Чому в такі моменти пасажиром, які стоять у проході, важко втримати рівновагу?
- ? 10.20. Автобус повертає праворуч. Куди «кидає» пасажирів?
- ? 10.21. Завдяки якому явищу витрушується пил з ковдри? Поясніть, що при цьому відбувається.
- ? 10.22. Щоб позбавитися пилу у ковдрі, її або витрушують, або вибивають. У чому полягає різниця?
- ? 10.23. У кузові вантажівки випадково звільнився від кріплення легковий автомобіль. Чи рухатиметься він відносно кузова, якщо вантажівка збільшить швидкість руху? якщо загальмує? Якщо буде рухатися, то в який бік?
- 10.24. З нерухої рушниці зроблено постріл кулею масою 10 г у горизонтальному напрямку. З якою швидкістю рухається після пострілу рушниця, якщо її маса становить 4 кг, а швидкість руху кулі — 500 м/с?
- 10.25. Перебуваючи в нерухомій байдарці, турист у напрямку берега кинув рюкзак зі швидкістю 2 м/с. Унаслідок кидка байдарка набула швидкості 20 см/с. Якою є маса байдарки з туристом, якщо маса рюкзака 10 кг?
- 10.26. По рейках назустріч один одному рухалися два залізничні вагони зі швидкістю 0,2 і 0,5 м/с відповідно. Маса першого вагона дорівнює 80 т. Якою є маса другого вагона, якщо після зчеплення вагони зупинилися?
- 10.27. Назустріч одна одній рухалися дві пластилінові кульки зі швидкістю 40 і 20 см/с відповідно. Маса першої з них становить 20 г. Якою є маса другої кульки, якщо після зіткнення обидві кульки зупинилися?

3-й рівень складності

? 10.28. Великі бідони перевозять у кузові вантажівки. Якої форми (приблизно) набуває поверхня молока в бідонах під час розгону? під час гальмування? Обґрунтуйте свою відповідь.

? 10.29. Залізничні цистерни з нафтопродуктами для більшої безпеки заповнюють повністю. Чому цистерна, яку заповнено наполовину, може створити небезпечну ситуацію під час транспортування?

? 10.30. Коли буксирування несправного автомобіля здійснюється на жорсткому кріпленні (див. рис. а), то водій у цьому автомобілі не потрібен, а коли буксирування здійснюється на буксирному тросі (див. рис. б), водій потрібен і має бути дуже уважним. Чому?



? 10.31. Кальмари, каракатиці та восьминоги розганяються за рахунок того, що викидають із великою швидкістю воду з порожнини свого тіла. Поясніть принцип руху цих істот. Як пов'язані напрямки їхнього руху та викидання води?

? 10.32. Космонавт перебуває у відкритому космосі біля космічної станції і разом зі станцією рухається відносно Землі зі швидкістю 8 км/с. У руках у нього ящик з інструментами. Що космонавт має зробити з ящиком, щоб випередити станцію? відстати від неї?

? 10.33. Під час гри в більярд куля А влучає в нерухому кулю Б і внаслідок удару зупиняється. Як рухається після удару куля Б? Обґрунтуйте свою відповідь.

? 10.34. З нерухомою залізничною платформою стикається вагон такої маси, як платформа. Після зіткнення вагон зупиняється. З якою швидкістю почне рухатися платформа, якщо початкова швидкість руху вагона становить 1 м/с?

10.35. На залізничній станції вагон масою 60 т, який рухався на захід зі швидкістю 0,3 м/с, зчепився з двома такими самими вагонами, що стояли на рейках нерухомо. У який бік і з якою швидкістю рухалися вагони відразу після зчеплення?

■ **10.36.** На нерухому кулю А масою 2 кг налетіла куля Б масою 1 кг, що рухалася зі швидкістю 3 м/с. Після зіткнення куля Б відлетіла назад зі швидкістю 1 м/с. З якою швидкістю почала рухатися куля А після зіткнення?

10.37. Порожній залізничний вагон, що рухався зі швидкістю 1 м/с, після зіткнення з нерухомою платформою почав рухатися зі швидкістю 0,6 м/с у зворотному напрямку. Платформа в результаті удару набула швидкості 0,4 м/с. З якою швидкістю рухалися б вагон і платформа, якби в момент удару спрацювало автозчеплення?

10.38. Людина зіскакує з візка, що рухається зі швидкістю 3 м/с. Після цього швидкість руху людини відносно землі дорівнює нулю. З якою швидкістю рухається візок після стрибка людини? Маса візка в 1,5 рази більша за масу людини.

10.39. Куля, що летить горизонтально, пробиває підвішений дерев'яний брусок. Яку швидкість набрав брусок, якщо куля зменшила швидкість свого руху від 300 до 100 м/с? Маса бруска дорівнює 500 г, маса кулі — 10 г.

■ **10.40.** На шальці терезів стоїть банка, на дні якої сидить муха. Терези зрівноважено. Чи порушиться рівновага терезів, якщо муха почне літати всередині банки?

■ **10.41.** Якщо у велосипеді прокололася шина заднього колеса й отвір маленький, велосипедисти інколи разом із повітрям накачують у шину воду. Вода не дає повітрю виходити з шини. Але якщо в такий спосіб накачати шину переднього колеса, то керувати велосипедом набагато важче. Чому?

11. ГУСТИНА

1-й рівень складності

Коли важільні терези зрівноважено, на лівій пальці лежить металева кулька, а на правій — важки масою 20, 10, 5, 1 г. Визначте масу кульки.

11.2. Коли важільні терези зрівноважено, на лівій пальці лежить дерев'яний брусок, а на правій — важки масою 50, 20, 10, 5, 2 г. Визначте масу бруска.

11.3. Коли важільні терези зрівноважено, на лівій пальці стоїть мензурка з водою, а на правій — важки масою 100, 50, 20, 10, 2, 1 г. Визначте масу мензурки з водою.

Прилад доставили із Землі на Місяць. Як змінилася його маса?

11.5. Чи зміниться маса наручного годинника космонавта, коли після старту в космічному кораблі встановиться стан невагомості?

11.6. Вода в закритій пляшці замерзла. Чи змінилася внаслідок цього маса речовини в пляшці?

Якою є густина металу, 15 г якого мають об'єм 2 см^3 ?

11.8. Якою є густина пластмаси, з якої виготовлено суцільне тіло масою 24 г та об'ємом 20 см^3 ?

Чи є правильним твердження: пластикова пляшка ємністю 1 л уміщує 1 кг рідини?

11.10. Чи дійсно обручка об'ємом $0,5 \text{ см}^3$ і масою 8 г може бути золотою? Обґрунтуйте свою відповідь.

11.11. З якого матеріалу може бути виготовлений кубик об'ємом 8 см^3 і масою 56 г?

Подайте в кілограмах на метр кубічний такі значення густини: $0,4 \text{ г/см}^3$, $0,95 \text{ г/см}^3$, $1,5 \text{ г/см}^3$, $2,4 \text{ г/см}^3$, 12 г/см^3 .

11.13. Подайте в грамах на сантиметр кубічний такі значення густини: 450 кг/м³, 880 кг/м³, 1600 кг/м³, 2900 кг/м³, 18 000 кг/м³.

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Олов'яний брусок об'ємом 100 см³ і свинцевий брусок об'ємом 300 см³ розплавляли та виготовили сплав*. Якою є густина сплаву?

Дано:

$$V_1 = 100 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 300 \text{ см}^3$$

$$\rho_1 = 7,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_2 = 11,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho = ?$$

Розв'язання

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}, \quad m_1 = \rho_1 V_1, \quad m_2 = \rho_2 V_2,$$

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}.$$

Перевіримо одиниці:

$$[\rho] = \frac{\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \text{см}^3 + \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \text{см}^3}{\text{см}^3 + \text{см}^3} = \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

$$\text{Отже, } \rho = \frac{7,3 \cdot 100 + 11,3 \cdot 300}{100 + 300} = 10,3 \left(\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right).$$

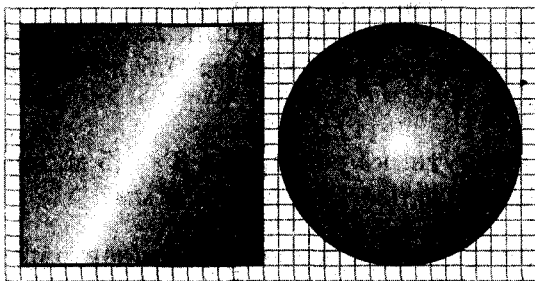
$$\text{Відповідь: } 10,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

11.14. Під час зважування тіл на важільних терезах вам дозволено класти важки лише на праву шальку терезів. Маси важків 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50 і 100 г. Які саме важки потрібні для зважування тіл масою: а) 17 г; б) 23 г; в) 38 г; г) 133 г?

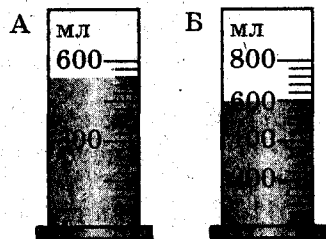
11.15. Під час зважування тіл на важільних терезах вам дозволено класти важки лише на праву шальку терезів. Маси важків 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50 і 100 г. Які саме важки потрібні для зважування тіл масою: а) 29 г; б) 35 г; в) 89 г; г) 147 г?

* Тут і далі вважайте, що об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів його складників.

- 11.16.** Як змінюється густина твердого тіла або рідини внаслідок нагрівання?
- 11.17.** Розширюється чи стискається вода під час замерзання? Обґрунтуйте свою відповідь, використовуючи довідкові таблиці.
- 11.18.** Якщо воду нагрівати від 0 до 4 °С, її об'єм зменшуватиметься. Як при цьому змінюватимуться маса та густина води?
- 11.19.** Порівняйте густину свинцевого дроби з густиною свинцю. Обґрунтуйте свою відповідь.
- 11.20.** Три кульки (свинцева, алюмінієва, залізна) мають однакові розміри та однаково пофарбовані. Чи зможете ви без використання якихось приладів відрізнити залізну кульку від решти?
- 11.21.** На рисунку зображено сталевий кубик і кулька з невідомого матеріалу, які лежать на міліметровому папері (вигляд згори). Маса обох тіл однакові. Що можна сказати про густину матеріалу кульки? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 11.22.** На рисунку зображено дві мірні посудини (шкали посудин градуйовано в мілілітрах). Посудина А містить воду, а посудина В — гас. Маса якої рідини більша? на скільки?



До задачі 11.21



До задачі 11.22

- 11.23.** Маса двох сталевих куль дорівнюють 1 і 4 кг. Яка з куль має більший об'єм? у скільки разів?

- 11.24.** Маса двох брусків, які виготовлено з одного матеріалу, дорівнюють 300 і 900 г. Який брусок має більший об'єм? у скільки разів?
- 11.25.** Об'єми двох куль, які виготовлено з одного й того самого сплаву, дорівнюють 20 і 50 см³. Яка з куль має більшу масу? у скільки разів?
- 11.26.** Важки масами 50 г і 1 кг виготовлено з одного металу. У скільки разів відрізняються об'єми важків?
- 11.27.** Об'єм свинцевого важка дорівнює 89 см³. Який об'єм матиме мідний важок такої самої маси?
- 11.28.** Знайдіть масу бензину в пляшці ємністю 2 л.
- 11.29.** Знайдіть масу гасу в каністрі ємністю 5 л.
- 11.30.** Знайдіть масу ртуті у флаконі ємністю 50 мл.
- 11.31.** Знайдіть об'єм 8 кг гасу.
- 11.32.** Знайдіть об'єм свинцевої кулі масою 9 г.
- 11.33.** Знайдіть об'єм ртуті масою 6,8 кг.
- 11.34.** Щоб принести 10 кг води, потрібне відро. А для якої рідини такої самої маси вистачило б літрової пляшки?
- 11.35.** Щоб отримати 5 кг ртуті, співробітник лабораторії взяв із собою лише посудину ємністю 0,5 л. Чи не замало такої ємності?
- 11.36.** Якою є маса прямокутника розмірами 3 × 1,5 м, вирізаного з листового заліза завтовшки 2 мм?
- 11.37.** Визначте масу рулону алюмінієвої фольги завтовшки 0,15 мм. Якщо розмотати рулон, отримаємо стрічку розмірами 0,2 × 15 м.
- 11.38.** Якою є маса скляної пластинки розмірами 10 × 6 × 2 см?

- 11.39.** Поверхню площею 2 м^2 вкрили шаром золота завтовшки 20 мкм . Якою є маса витраченого золота?
- 11.40.** Маса металевого бруска розмірами $15 \times 10 \times 10 \text{ см}$ дорівнює $10,2 \text{ кг}$. Визначте густину металу.
- 11.41.** За півгодини людина у спокійному стані вдихає повітря 400 разів, щоразу через легені проходить 700 см^3 повітря. Якою є маса повітря, що проходить за цей час через легені?
- 11.42.** Як відміряти 40 г гасу, використовуючи мензурку з ціною поділки 5 мл ?
- 11.43.** Відро об'ємом 8 л заповнене водою наполовину. У якому випадку рівень води у відрі підніметься вище: якщо опустити в нього сталевий брусок масою $3,9 \text{ кг}$ чи скляну кулю масою $1,5 \text{ кг}$? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 11.44.** Учениця 7-го класу мешкає в кімнаті площею 18 м^2 і висотою 3 м . Порівняйте масу учениці (45 кг) з масою повітря в її кімнаті.
- 11.45.** На скільки зменшиться об'єм води в заповненій доверху посудині, якщо в неї обережно опустити, а потім витягти брусок парафіну масою 180 г ?

3-й рівень складності

Металевий виріб вкрили шаром срібла завтовшки 25 мкм . Якою є площа поверхні виробу, якщо витрачено $1,05 \text{ г}$ срібла?

11.47. Ложку вкрили шаром золота завтовшки 20 мкм . Якою є площа поверхні ложки, якщо витрачено $0,77 \text{ г}$ золота?

11.48. Для захисту від корозії поверхню трубки вкривають шаром нікелю. Якою є товщина цього шару, якщо витрачено $0,89 \text{ г}$ нікелю на поверхню площею 50 см^2 ?

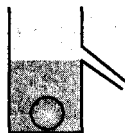
- 11.49.** Мідний циліндр об'ємом $V=130 \text{ см}^3$ має масу $m=890 \text{ г}$. Суцільний цей циліндр чи порожнистий? Якщо порожнистий, то знайдіть об'єм порожнини.
- 11.50.** Чавунна куля об'ємом 200 см^3 має масу $1,4 \text{ кг}$. Суцільна ця куля чи порожниста? Якщо порожниста, то знайдіть об'єм порожнини.
- 11.51.** Сталева деталь об'ємом 300 см^3 має масу $1,56 \text{ кг}$. Суцільна ця деталь чи порожниста? Якщо порожниста, то знайдіть об'єм порожнини.
- 11.52.** Скільки цеглин розмірами $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$ можна перевозити на автомобілі вантажністю 5 т ?
- 11.53.** Для будівельних робіт потрібно 90 м^3 сухого піску. Скільки рейсів має зробити для перевезення піску вантажний автомобіль вантажністю $4,5 \text{ т}$?
- 11.54.** Скільки соснових дощок можна завантажити на автомобільний причіп, якщо їхня маса не може перевищувати 900 кг ? Розміри однієї дошки $300 \times 20 \times 3 \text{ см}$.
- 11.55.** Чи змінюється маса буханки хліба, коли хліб черствіє? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 11.56.** Під час заправки автомобіля кількість палива вимірюють не в кілограмах, а в літрах. Коли вигідніше заправляти автомобіль: улітку чи взимку?
- 11.57.** Об'єм металевої деталі втричі менший від об'єму пластмасової, проте її маса вдвічі більша за масу пластмасової деталі. У скільки разів густина металу більша за густину пластмаси?
- 11.58.** Суцільні деталі А і Б виготовлено з двох різних матеріалів. Об'єм деталі А в 4 рази більший за об'єм деталі Б, а маса деталі А у 2,5 разу більша за масу деталі Б. У скільки разів відрізняються густини цих матеріалів?

11.59. Каністра ємністю 10 л, яку заповнено бензином, має масу 8,2 кг. Якою є маса порожньої каністри?

11.60. Маса порожньої пляшки ємністю 1,5 л дорівнює 800 г. Коли пляшку заповнили рідиною, її маса збільшилася до 2,6 кг. Знайдіть густину рідини, подайте її в кілограмах на метр кубічний.

11.61. Яку ємність має скляна посудина, якщо її маса 500 г, а зовнішній об'єм 1200 см^3 ?

11.62. У відливну посудину з водою (див. рисунок) повільно опустили мідну кулю масою 267 г. Знайдіть масу води, що вилілася.



11.63. Довжина ребра срібного кубика дорівнює 3 см, залізного — 4 см, а скляного — 5 см. Який із кубиків має найбільшу масу? найменшу масу?

11.64. Як можна визначити довжину тонкого мідного дроту в мотку, не розмотуючи його? Можна скористатися лінійкою та вагами.

11.65. Знайдіть густину сплаву з 445 г міді та 730 г олова.

11.66. Знайдіть густину сплаву з алюмінію та нікелю, якщо для виготовлення 400 см^3 сплаву використали 810 г алюмінію.

11.67. Густина пластмаси 2000 кг/м^3 . Якою є густина спіненого матеріалу, виготовленого з цієї пластмаси, якщо об'єм повітряних порожнин у матеріалі втричі перевищує об'єм пластмаси?

11.68. Суцільні кульки однакового розміру виготовлено з різних матеріалів: чавуну, олова, алюмінію. У скільки разів зміниться показання вагів, якщо замість чавунної кульки покласти на них олов'яну та алюмінієву? замість олов'яної — чавунну та алюмінієву?

Задачі для допитливих

- 11.69.** У скільки разів відрізняються маси суцільного кубика з довжиною ребра $a = 8$ см і порожнистого кубика таких самих розмірів, який виготовлено з того самого матеріалу, з товщиною стінок $d = 2$ см?
- 11.70.** У скільки разів збільшиться маса порожнистого кубика, якщо, не змінюючи його зовнішніх розмірів, збільшити товщину стінок у 2 рази? Довжина ребра кубика 10 см, початкова товщина стінок 2 см.
- 11.71.** Маса кожної з двох однакових посудин, заповнених свинцевим дробом, дорівнює 2100 г. Коли в одну з посудин долили доверху воду, а в іншу — невідому рідину, маси посудин стали відповідно 2200 г і 2185 г. Яку густину має невідома рідина?
- 11.72.** Як визначити, яку частку об'єму піску займає повітря між піщинками?
- 11.73.** Маса телевізійної вежі заввишки 250 м дорівнює 4000 т. Знайдіть масу моделі цієї вежі, якщо висота моделі 2,5 м. Густина матеріалу моделі в 4 рази менша, ніж густина металу, з якого виготовлено вежу.
- 11.74.** На спеціальне замовлення було виготовлено збільшену копію олов'яного солдатика. Для цього витрачено стільки ж олова, скільки для виготовлення 343 «звичайних» солдатиків. Скільки «звичайних» солдатиків можна було б пофарбувати тією фарбою, якою пофарбували цю збільшену копію?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Якщо водій не користується паском безпеки, то під час:
А різкого розгону він за інерцією рухатиметься вперед і налетить на лобове скло
Б рівномірного руху внаслідок інерції його сильно притискатиме до крісла
В різкого гальмування він за інерцією рухатиметься вперед і налетить на лобове скло
Г повороту він буде внаслідок інерції нахилитися в бік повороту
2. Із гвинтівки масою 4 кг вилітає куля масою 8 г зі швидкістю 600 м/с. Гвинтівка внаслідок пострілу набирає швидкість:
А 1,2 м/с
Б 3 м/с
В 12 м/с
Г 30 м/с
3. Маса алюмінієвої кульки дорівнює 18 г. Маса крижаної кульки такого самого радіуса становить:
А 2 г
Б 6 г
В 18 г
Г 54 г
4. Маса олов'яного солдатика об'ємом 20 см³ дорівнює:
А 0,37 г
Б 3,7 г
В 146 г
Г 1,46 кг
5. Для зберігання гасу масою 8 кг потрібна посудина ємністю щонайменше:
А 1 дм³
Б 4 дм³
В 6,4 дм³
Г 10 дм³
6. Транспортер перевозить вантаж масою не більш ніж 2,1 т. Скільки чавунних брусків розміром 10 × 15 × 40 см можна завантажити на цей транспортер?
А 20
Б 30
В 40
Г 50

12. СИЛА. ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ СИЛ. ДОДАВАННЯ СИЛ

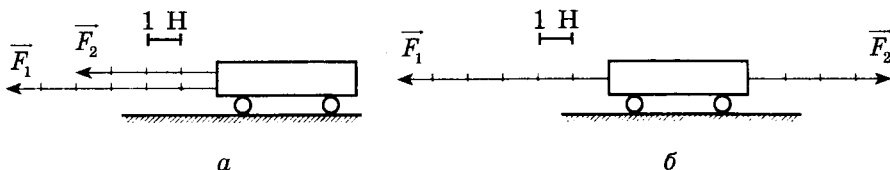
1-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. До візка прив'язано дві нитки. За них тягнуть у горизонтальному напрямку вздовж однієї прямої із силами 6 і 4 Н. Накресліть на рисунку сили, які прикладено до візка, у масштабі 0,5 см : 1 Н. Визначте рівнодійну цих сил.

Розв'язання

Нитки можуть бути прив'язані до візка двома способами: обидві нитки з одного боку (рис. а) або з протилежних боків (рис. б).



Відповідно маємо: а) $R_1 = F_1 + F_2 = 10$ Н; б) $R_2 = F_1 - F_2 = 2$ Н.

Відповідь: 10 Н; 2 Н.

12.1. Камінь, що лежить на землі, діє на опору із силою 50 Н, яка напрямлена вертикально вниз. Зобразить цю силу на рисунку, зазначте масштаб.

12.2. Хлопець тягне на себе ручку зачинених дверей із силою 20 Н. Зобразить цю силу на рисунку, зазначте масштаб.

12.3. На тіло діють сили 15 і 8 Н, напрямлені в один бік. Визначте рівнодійну цих сил, зробіть рисунок.

12.4. На тіло діють сили 15 і 8 Н, напрямлені в протилежні боки. Визначте рівнодійну цих сил, зробіть рисунок.

2-й рівень складності

Щоб підтримувати рівномірний рух човна, весляр налягає на весла, упираючись ногами в спеціальний упор у човні. З якою силою весляр діє на упор, якщо загрибає одночасно обома веслами й прикладає до кожного з них силу 500 Н ? Відповідь поясніть за допомогою рисунка.

12.6. Чоловік діє на підлогу із силою 850 Н . З якою силою чоловік діятиме на підлогу, якщо візьме в руки вантаж, який, у свою чергу, діє на чоловіка із силою 300 Н ? Відповідь поясніть за допомогою рисунка.

Судно пливе на захід з незмінною швидкістю. Куди напрямлена рівнодійна прикладених до судна сил?

12.8. Судно вирушає від причалу, набираючи швидкість. Куди напрямлена рівнодійна прикладених до судна сил?

12.9. Судно, яке пливе озером, вимкнуло двигуни. Куди напрямлена рівнодійна прикладених до судна сил?

12.10. Куди напрямлена рівнодійна сил, що діють на ракету під час вертикального старту?

12.11. Ліфт піднявся з першого поверху на дев'ятий. Куди була напрямлена рівнодійна прикладених до ліфта сил на початку руху? на рівні шостого поверху? перед самою зупинкою?

12.12. Брусок тягнуть рівномірно по столу, прикладаючи до нього горизонтальну силу 10 Н . Покажіть на рисунку всі горизонтальні сили, що діють на брусок, зазначивши масштаб.

3-й рівень складності

Під час змагань із перетягування каната обидві команди діють на нього із силами 800 Н — кожна у свій бік. Зобразіть на рисунку сили, що діють на канат з боку команд. Чому дорівнює рівнодійна цих сил?

12.14. Хлопець тягне на себе ручку дверей класної кімнати, які намагаються відчинити його однокласники, із силою 100 Н. Зобразіть на рисунку сили, що діють на ручку з боку хлопця та дверей. Чому дорівнює рівнодійна цих сил?

12.15. Два горизонтальні канати прив'язані до автомобільного причепа. Канати чіпляють до тягачів, які тягнуть їх із силами 3 і 5 кН. Визначте межі значення рівнодійної цих двох сил. Відповідь поясніть за допомогою рисунка.

12.16. До тіла вздовж однієї прямої прикладені три сили, що дорівнюють 20, 30 і 50 Н. Чому може дорівнювати рівнодійна цих сил? Спробуйте знайти всі можливі варіанти. Відповідь поясніть за допомогою рисунка.

12.17. На тіло діють три вертикальні сили, дві з яких дорівнюють 4 і 7 Н. Яким може бути значення третьої сили, якщо рівнодійна всіх трьох сил становить 16 Н? Поясніть розв'язання, накресливши всі можливі варіанти.

12.18. На тіло діють три вертикальні сили. Напрямок кожної сили можна змінювати на протилежний, не змінюючи величини сили. Залежно від напрямків сил їх рівнодійна дорівнює 3, 5, 9 або 11 Н. Визначте величину кожної сили. Поясніть розв'язання, накресливши всі можливі варіанти.

13. ВИДИ ДЕФОРМАЦІЇ. СИЛА ПРУЖНОСТІ. ЗАКОН ГУКА

1-й рівень складності

13.1*. Накресліть у зошиті таблицю:

Стиснення	Розтягнення	Вигин	Кручення

Запишіть тіло у відповідну колонку таблиці: стіна будинку, трос ліфта, викрутка, цвях під час забивання, плита перекриття між поверхами, сидіння стільця під учнем. Додайте власні приклади.

13.2*. Виберіть процеси, під час яких відбуваються пластичні деформації: вимірювання сили динамометром, штампування виробів пресом, зіткнення пластилінової кульки зі стіною, зіткнення більярдних куль, зіткнення тенісної кульки з ракеткою, коливання хмарочоса під дією вітру.

13.3. Пружина в розтягнутому стані має довжину 12 см. Якою є довжина недеформованої пружини, якщо видовження дорівнює 4 см?

13.4. Під час розтягування пружини на 6 см виникає сила пружності 1,8 Н. Яка сила виникає внаслідок розтягування цієї пружини на 2,5 см?

13.5. Щоб стиснути пружину на 6 см, треба прикласти силу 120 Н. Яку силу треба прикласти до пружини, щоб стиснути її на 4,5 см?

13.6. Жорсткість пружини становить 25 Н/м. Яку силу потрібно прикласти до пружини, щоб стиснути її на 2 см?

13.7. Жорсткість пружини становить 40 Н/м. Яка сила пружності виникає в пружині, якщо її розтягнути на 1,5 см?

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Пружину завдовжки 8 см прикріпили одним кінцем до стіни і розтягують із силою 1 Н. Пружина видовжилася до 12 см. Яку силу треба прикласти до пружини, щоб її довжина дорівнювала 9 см?

Дано:

$$l_0 = 8 \text{ см}$$

$$l_1 = 12 \text{ см}$$

$$l_2 = 9 \text{ см}$$

$$F_1 = 1 \text{ Н}$$

$$F_2 = ?$$

Розв'язання

Скористаємося законом Гука.

Для двох випадків, які описано в задачі:

$$F_1 = kx_1 \text{ і } F_2 = kx_2,$$

де $x_1 = l_1 - l_0$ і $x_2 = l_2 - l_0$ — деформація пружини в першому і другому випадках відповідно.

$$\text{Звідси } \frac{F_2}{F_1} = \frac{x_2}{x_1}, \text{ тобто } \frac{F_2}{F_1} = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0}.$$

$$\text{Отже, } F_2 = F_1 \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0}.$$

$$\text{Перевіримо одиниці: } [F_2] = \text{Н} \cdot \frac{\text{см} - \text{см}}{\text{см} - \text{см}} = \text{Н}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$F_2 = 1 \cdot \frac{9 - 8}{12 - 8} = 0,25 \text{ (Н)}.$$

Відповідь: $F_2 = 0,25 \text{ Н}$.

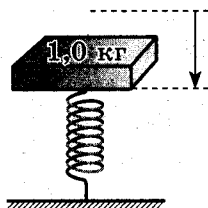
- 13.8*. Якої деформації зазнає полиця в книжковій шафі під дією книжок?
- 13.9*. Якої деформації зазнають рейки підмитой повинню ділянки залізниці (див. рисунок)?



- 13.10*. Конструктор замінив суцільний металевий стрижень порожнистою трубкою. На який вид деформації розрахований відповідний елемент конструкції?
- 13.11. На скільки зменшиться довжина пружини, якщо її стискати силою 20 Н? Жорсткість пружини становить 400 Н/м.
- 13.12. На скільки видовжилася пружина, якщо під час її деформації виникла сила пружності 80 Н? Жорсткість пружини становить 1 кН/м.

- 13.13.* До пружини, один кінець якої закріплено в штативі, підвісили тягарець масою 150 г. На скільки видовжилася пружина, якщо її жорсткість становить 30 Н/м?

- 13.14. На пружину зверху помістили вантаж масою 1 кг (див. рисунок). На скільки вкоротилася пружина, якщо її жорсткість становить 500 Н/м?



- 13.15. До пружини, один кінець якої закріплено в штативі, підвісили вантаж. При цьому пружина видовжилася на 4 см. Якою є маса вантажа, якщо жорсткість пружини становить 200 Н/м?

- 13.16. Хлопчик розтягує гумовий джгут, прикладаючи до його кінців сили 20 Н кожна. Яка сила пружності виникає в джгуті? На скільки розтягується джгут, якщо його жорсткість становить 800 Н/м?

- 13.17. Довжина шкали шкільного динамометра дорівнює 10 см. Межа вимірювання динамометра 4 Н. Чому дорівнює жорсткість пружини динамометра?

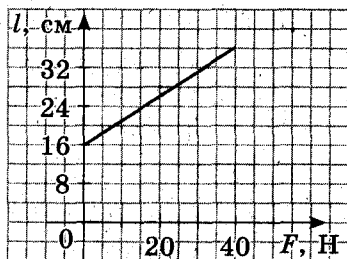
- 13.18. Ціна поділки шкали динамометра становить 0,1 Н. Відстань між двома сусідніми рисками на шкалі дорівнює 5 мм. Чому дорівнює жорсткість пружини динамометра?

3-й рівень складності

- 13.19. Пружину стискають на 2 см силою 4 кН. У скільки разів потрібно збільшити силу, що стискає пружину, щоб пружина скоротилася ще на 3 см?

* У задачах 13.13, 13.14, 13.15, 13.21, 13.22 врахуйте, що підвішене до пружини нерухоме тіло масою 100 г діє на пружину із силою 1 Н.

- 13.20.** На рисунку наведено графік залежності довжини пружини від значення сили, що розтягує пружину. Яка сила пружності виникає в пружині, якщо вона видовжена на 12 см? 16 см?



- 13.21.** Пружина динамометра під дією тягарця масою 500 г видовжилася на 10 см. На шкалі динамометра відстань між сусідніми поділками становить 0,5 см. Визначте ціну поділки динамометра.

- 13.22.** Виконуючи лабораторну роботу з градування динамометра, учень 7 класу з'ясував, що пружина в разі підвішування до неї вантажу масою 2 кг видовжується на 8 см. Якою має бути відстань між штрихами на шкалі динамометра, щоб ціна поділки становила 0,5 Н?

Задачі для допитливих

- 13.23.** Щоб розтягнути пружину до довжини 15 см, потрібно прикласти силу 45 Н, а щоб розтягнути її до 18 см — 72 Н. Визначте довжину пружини в недеформованому стані.
- 13.24.** Пружину спочатку розтягли до довжини 16 см силою 16 Н, а потім стиснули до довжини 10 см силою 8 Н. Якою буде довжина пружини, якщо стискати її силою 6 Н?
- 13.25.** Дві пружини, жорсткості яких становлять 40 і 60 Н/м, з'єднали послідовно (підвісили одну до одної). Визначте жорсткість отриманої системи пружин.
- 13.26.** Дві пружини однакової довжини, жорсткості яких становлять 40 і 60 Н/м, підвісили до одного гачка, а нижні кінці пружин з'єднали (таке з'єднання пружин називають паралельним). Визначте жорсткість отриманої системи пружин.

14. СИЛА ТЯЖІННЯ. ВАГА ТІЛА. НЕВАГОМІСТЬ

1-й рівень складності

Чи притягує Сонце автомобілі на поверхні Землі? підводні човни в глибині океану?

14.2. Чи притягує Землю футбольний м'яч, який летить у ворота?

Учень сидить за партою. На яке тіло діє сила тяжіння учня? його вага?

14.4. Камінь лежить на дорозі. На яке тіло діє сила тяжіння каменя? його вага?

Яка сила тяжіння діє на дівчину масою 50 кг?

14.6. Яка сила тяжіння діє на автомобіль масою 800 кг?

14.7. Визначте силу тяжіння, що діє: а) на цвях масою 8 г; б) на автомобіль масою 1,5 т.

Чому дорівнює вага хлопчика за партою, якщо його маса становить 60 кг?

14.9. Якою є вага велосипеда на стоянці, якщо його маса дорівнює 16 кг?

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. З якою силою тисне на підлогу десятилітрове сталеве відро, наполовину наповнене мастилом? Маса порожнього відра дорівнює 1 кг.

Дано:

$$V = 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3$$

$$V_M = 0,5V$$

$$\rho_M = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m_B = 1 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$P = ?$$

Розв'язання

Сила, з якою відро тисне на підлогу, є його вагою. Оскільки відро нерухоме, то

$$P = (m_B + m_M)g.$$

Масу мастила можна знайти через його густину та об'єм:

$$m_M = \rho_M \cdot V_M = 0,5\rho_M \cdot V.$$

Остаточню маємо:

$$P = (m_B + 0,5\rho_M V)g.$$

Перевіримо одиниці: $[P] = \left(\text{кг} + \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \right) \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \text{Н}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$P = (1 + 0,5 \cdot 800 \cdot 0,01) \cdot 10 = 50 \text{ (Н)}.$$

Відповідь: $P = 50 \text{ Н}$.

Чи з однаковою силою притягує нас Сонце вдень і вночі протягом однієї доби? Вважайте, що Земля рухається навколо Сонця по колу.

14.11. Чи з однаковою силою притягує Земля космонавта, що перебуває на космодромі та на космічній станції?

До якого тіла прикладена вага мухи, що літає?

14.13. До якого тіла прикладена вага тенісної кульки, яка плаває у відрі з водою?

Чи перебуває у стані невагомості тополиний пух, який навесні та влітку літає в повітрі?

14.15. Із телерепортажів з борту орбітальної станції можна помітити, що рухи космонавтів нагадують рухи аквалангістів під водою. Чи можна з цього зробити висновок, що аквалангісти також перебувають у стані невагомості?

У газетах або журналах іноді можна зустріти твердження, що в космосі спостерігається невагомість, оскільки там не діє тяжіння Землі. Яка ж насправді причина виникнення невагомості?

14.17. У романі Жульє Верна «З гармати на Місяць» для учасників польоту стан невагомості настав тільки в той момент, коли тяжіння Місяця врівноважило тяжіння Землі. Чи згодні ви з автором, що невагомість під час такого польоту наступить тільки на дуже короткий проміжок часу?

Визначте, у якому випадку тіло перебуває в невагомості: а) тенісний м'яч плаває на поверхні води; б) риба плаває в озері; в) сокіл злітає у височинь;

г) повітряна кулька піднімається в небо; д) сталеву кульку вислизнула з рук.

14.19. Чи доводилося вам хоча б короткий час перебувати в невагомості? Якщо так, то коли саме?

Чому дорівнює маса тіла, на яке на поверхні Землі діє сила тяжіння 350 Н ?

14.21. Нерухоме тіло якої маси на поверхні Землі важить 200 Н ?

Автомобіль масою 4 т може перевозити вантаж масою до 8 т . Скільки важить порожній автомобіль і повністю завантажений?

14.23. З якою силою хлопець діє на підлогу, коли тримає в руках повне 5-літрове відро з водою? Маса хлопця становить 43 кг , маса порожнього відра — 2 кг .

Визначте видовження пружини жорсткістю 40 Н/м під дією підвішеного до неї тягарця масою 300 г .

14.25. Пружина жорсткістю 500 Н/м під дією підвішеного тіла розтяглася на 4 см . Визначте масу тіла.

14.26. Коли до пружини підвісили тягарець масою 150 г , довжина пружини збільшилася від 7 до 10 см . Визначте жорсткість пружини.

14.27. Яблуко, що падає з гілки, набуває швидкості руху завдяки притяганню до Землі. А чи набуває Земля швидкості завдяки притяганню до цього яблука?

Пасажира корабля підняв із палуби сталеву гайку та кинув її у воду. Гайка опустилась на дно річки. Чи однакова сила тяжіння діє на гайку на палубі корабля і на дні річки?

14.29. Дерев'яну кульку кинули спочатку у воду, а потім в олію. Чи змінилась при цьому сила тяжіння, що діє на кульку?

14.30. Тенісний м'яч кинули спочатку у відро з водою, а потім — з гасом. Чи однаковою буде вага м'яча у воді та гасі?

3-й рівень складності

Як змінюється сила тяжіння та вага дівчинки, яка стрибає через скакалку в спортивній залі?

14.32. Атлет відштовхнувся від помосту, підстрибнув і схопився за атлетичні кільця. Чи перебував атлет хоча б мить у стані невагомості?

Яка сила тяжіння діє на алюмінієвий кубик із ребром завдовжки 10 см?

14.34. Якою є вага сталевого куба, що лежить на підлозі, якщо довжина ребра куба дорівнює 40 см?

14.35. Чому дорівнює об'єм алюмінієвої деталі, якщо її вага в стані спокою становить 540 Н?

14.36. Тягарець вагою 1 Н має форму кубика з ребром завдовжки 33 мм. Визначте густину сплаву, з якого виготовлено тягарець.

14.37. Коли до пружини підвісили суцільний чавунний кубик із ребром завдовжки 4 см, довжина пружини збільшилася від 12 до 17 см. Визначте жорсткість пружини.

15. ТЕРТЯ. СИЛИ ТЕРТЯ

1-й рівень складності

На горизонтальному столі стоїть монітор. Чи діє на нього сила тертя?

15.2. У дерев'яну полицю знизу забито цвях. Чи діє на нього сила тертя?

15.3. Чи діє сила тертя на учнівський стіл у класі?

15.4. Яка сила «з'єднує» нитки в тканину?

По столу тягнуть брусок, прикладаючи горизонтальну силу. Чи діє на брусок сила тертя?

15.6. Яка сила заважає витягувати цвях із дошки?

15.7. У яких випадках силу тертя потрібно збільшувати? зменшувати?

- 15.8. Які способи зменшення сили тертя вам відомі?
- 15.9. Які способи збільшення сили тертя вам відомі?
- 15.10. Які явища спричиняють те, що на зледенілому тротуарі так незручно рухатися?
- 15.11. Уздовж поверхні стола, прикладаючи горизонтальну силу 20 Н, рівномірно тягнуть брусок. Чому дорівнює сила тертя, що діє при цьому на брусок? Куди напрямлена ця сила?
- 15.12. Сила тертя ковзання між санчатами й горизонтальною дорогою дорівнює 40 Н. З якою мінімальною силою потрібно діяти на санчата, щоб вони рівномірно рухалися по дорозі?
- 15.13. Вага портфеля дорівнює 30 Н, коефіцієнт тертя між портфелем і підлогою 0,4. Визначте максимальну силу тертя спокою між портфелем і підлогою.
- 15.14. Книжка тисне на стіл із силою 10 Н. Визначте максимальну силу тертя спокою між книжкою і столом, якщо коефіцієнт тертя між ними дорівнює 0,3.

2-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. На скільки видовжується пружина жорсткістю 100 Н/м, якщо за її допомогою дерев'яний брусок масою 2 кг рівномірно прямолінійно тягнуть поверхнею стола? Коефіцієнт тертя між бруском і столом дорівнює 0,4. Пружина весь час розміщена горизонтально.

Дано:

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,4$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$x = ?$$

Розв'язання

Брусок рухається рівномірно, якщо сила пружності пружини компенсується силою тертя ковзання між бруском і поверхнею стола:

$$F_{\text{пруж}} = F_{\text{тертя}}$$

Запишемо вирази для сил пружності і тертя:

$$F_{\text{пруж}} = kx, \quad F_{\text{тертя}} = \mu mg.$$

Маємо: $kx = \mu mg$, звідки $x = \frac{\mu mg}{k}$.

Перевіримо одиниці: $[x] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}}} = \text{м}$.

Визначимо значення шуканої величини:

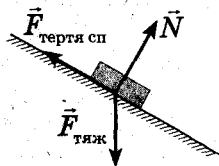
$$x = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 10}{100} = 0,08 \text{ (м)}.$$

Відповідь: $x = 8 \text{ см}$.

Задача 2. На похилій площині лежить нерухоме тіло. Зобразіть на рисунку всі сили, що діють на тіло.

Розв'язання

На тіло (див. рисунок) з боку Землі діє сила тяжіння $\vec{F}_{\text{тяж}}$, яка напрямлена вертикально вниз; з боку похилої площини — сила пружності \vec{N} , яка напрямлена перпендикулярно до поверхні площини, а також сила тертя спокою $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$, яка напрямлена вгору вздовж поверхні площини. Тіло за умовою перебуває в спокої, отже, рівнодійна сил $\vec{F}_{\text{тяж}}$, \vec{N} і $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$ дорівнює нулю.



? 15.15. Яка сила, що діє між підшвами взуття та тротуаром, допомагає нам безпечно рухатися?

? 15.16. Чому шовкові шнурки постійно розв'язуються?

? 15.17. Що має робити водій, побачивши попереджувальний дорожній знак «Слизька дорога» (див. рисунок)?



- 15.18.** Чому Правила дорожнього руху вимагають від водіїв у разі використання ними взимку коліс із шипами розміщати на задньому склі автомобіля знак у вигляді великої літери «Ш» (див. рисунок)?



- 15.19.** Водій тисне на педаль газу. Яка сила спричиняє збільшення швидкості руху автомобіля?

- 15.20.** Водій тисне на педаль гальма. Яка сила спричиняє зменшення швидкості руху автомобіля?

- 15.21.** Чому змащення поверхонь, між якими є проковзування, спричиняє суттєве зменшення сил тертя?

- 15.22.** Чому важко писати крейдою по мокрій дошці?

- 15.23.** Щоб перевірити, чи є горизонтальною поверхня стола, на неї достатньо покласти тверду кульку (наприклад, тенісну). Чи можна замінити кульку кубиком? Обґрунтуйте свою відповідь.

- 15.24.** Виконуючи лабораторну роботу, учень рівномірно тягне вздовж поверхні стола брусок із тягарцями загальною масою 200 г, прикладаючи за допомогою динамометра горизонтальну силу. Знайдіть коефіцієнт тертя між бруском і столом, якщо динамометр показує 0,6 Н.

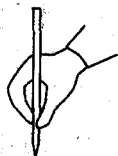
- 15.25.** По горизонтальному столу рівномірно тягнуть ящик масою 12 кг. Яку силу в напрямку руху при цьому прикладають? Коефіцієнт тертя між ящиком і столом дорівнює 0,2.

3-й рівень складності

- 15.26.** У шахтах на окремих ділянках вугілля переміщують за допомогою транспортерів. Чи діє сила тертя

на грудки вугілля, якщо вони рухаються з незмінною швидкістю на горизонтальній ділянці? під кутом угору?

15.27. Хлопець утримує ручку між пальцями (див. рисунок). Яку природу має вага ручки?



15.28. Чому може дорівнювати сила тертя між ящиком і підлогою, якщо дві горизонтальні сили 100 і 200 Н не можуть зрушити ящик з місця?

15.29. Чи може сила тертя зрушити книжку, яка лежить на столі?

15.30. Яка сила змушує ящик, який лежить у кузові вантажівки, змінювати швидкість руху разом з вантажівкою? Бортів кузова ящик не торкається.

15.31. Автомобіль їде дорогою. Допмагає чи заважає йому рухатися сила тертя?

15.32. Яка сила розганяє автомобіль після зупинки на горизонтальній дорозі? Розгляньте випадки: а) колеса автомобіля не проковзують; б) колеса автомобіля проковзують.

15.33. У вантажного автомобіля ведучими є задні колеса. Де в його кузові потрібно розмістити вантаж, щоб на слизькій дорозі автомобіль легше рушав із місця: ближче до кабіни чи заднього борта?

15.34. Чому недоцільно виготовляти тепловоз із дуже легких сплавів?

15.35. Під які колеса автомобіля, що застряг у багні, треба підкладати гілки?

15.36. Навіщо бігуни на короткі дистанції взувають взуття із шипами?

15.37. Під час перепилування дерев'яних колод пилку іноді «закушує». Чому це трапляється?

15.38. Чому в'язку речовину (смолу, пластилін тощо) легше різати тонким міцним натягнутим дротом, ніж ножем?

По похилій площині за допомогою пружини рівномірно піднімають брусок. Зобразіть усі сили, що діють на цей брусок.

15.40. Брусок зісковзує з похилої площини. Зобразіть усі сили, що діють на цей брусок.

За допомогою динамометра учень намагається зрушити з місця калькулятор, який лежить на горизонтальній парті. Сила, яку показує динамометр, поступово збільшується. На позначці 2 Н калькулятор почав рухатися. Як змінюється сила тертя між калькулятором і партою? Як рухатиметься калькулятор, якщо динамометр показуватиме 2,5 Н? Якою при цьому буде сила тертя?

15.42. По столу за допомогою горизонтального динамометра рівномірно тягнуть брусок. Динамометр показує 4 Н. Яка сила тертя діє на брусок? Чи рухатиметься брусок, якщо динамометр показуватиме 1 Н? 5 Н?

15.43. Рибалка витягує на берег човен. Чому в міру того, як човен витягається, рибалці потрібно докладати все більших зусиль?

15.44. По столу за допомогою горизонтального динамометра рівномірно тягнуть брусок вагою 10 Н. Динамометр показує 2 Н. На брусок ставлять тягарець масою 500 г. Скільки має показувати динамометр, щоб брусок знов рухався рівномірно?

Брусок масою 2 кг рівномірно тягнуть по столу за допомогою горизонтальної пружини жорсткістю 50 Н/м. Чому дорівнює видовження пружини, якщо коефіцієнт тертя між бруском і столом становить 0,25?

15.46. За допомогою пружини жорсткістю 60 Н/м до бруска масою 1,5 кг прикладають горизонтальну силу.

Під дією цієї сили брусок рівномірно ковзає по столу. Визначте коефіцієнт тертя між бруском і столом, якщо видовження пружини дорівнює 10 см.

- 15.47. Щоб зрушити з місця довгий вантажний потяг, досвідчений машиніст спочатку трохи пересуває локомотив назад, а потім рушає вперед. У чому секрет такого способу зрушення з місця?

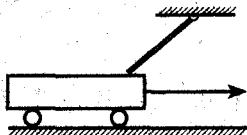
Задачі для допитливих

15.48. На столі в бібліотеці лежить стос із чотирьох однакових підручників. Що легше зробити: витягти другий знизу підручник, притримуючи решту, чи потягти на себе два верхні підручники, також притримуючи решту? У скільки разів легше?

15.49. Тягач масою 2 т не може зрушити з місця сани з вантажем через проковзування коліс. Тільки коли на тягач поклали додатковий вантаж масою 0,5 т, він зміг зрушити сани. Визначте масу саней, якщо коефіцієнт тертя між їх полоззям і дорогою дорівнює 0,1, а коефіцієнт тертя між колесами тягача і дорогою — 0,2.

15.50. Потяг масою 6000 т рівномірно рухається горизонтальною ділянкою залізничного шляху. Якою має бути маса тепловоза, щоб забезпечити цей рівномірний рух? Коефіцієнт тертя спокою коліс об рейки дорівнює 0,15, а сила опору рухові — 0,002 ваги потяга.

- 15.51. Жорсткий стрижень, який шарнірно закріплено за верхній кінець, нижнім кінцем спирається на візок (див. рисунок). Під час спроб зрушити візок праворуч він залишається на місці, яку б силу ми до нього не прикладали. Поясніть причину такої «поведінки» візка.



ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. На тіло масою 750 г поблизу поверхні Землі діє сила тяжіння

А 0,75 Н

В 75 Н

Б 7,5 Н

Г 750 Н

2. Пружину жорсткістю 400 Н/м розтягують силою 10 Н. Вдовження пружини дорівнює:

А 40 см

В 4 см

Б 0,25 м

Г 2,5 см

3*. На підвісний міст заїхав вантажний автомобіль. Він спричинив у тросах підвісу та в настилі моста відповідно:

А деформації стиснення та кручення

Б деформації вигину та стиснення

В деформації кручення та розтягнення

Г деформації розтягнення та вигину

4. На автобус, що рушає з місця після зупинки, діють сили тертя. При цьому:

А сила тертя кочення напрямлена вперед, а сила тертя спокою — назад

Б сила тертя кочення напрямлена назад, а сила тертя спокою — вперед

В сили тертя кочення та спокою напрямлені назад

Г сили тертя кочення та спокою напрямлені вперед

5. Вага будівельного блока розміром $0,4 \times 0,5 \times 1$ м дорівнює 5 кН. Матеріал, з якого виготовлений блок, має густину:

А 2500 кг/м³

В 5000 кг/м³

Б 4000 кг/м³

Г 10 000 кг/м³

6. Щоб зрушити з місця цеглину масою 6 кг, яка лежить на підлозі, до неї необхідно прикласти горизонтальну силу 24 Н. Коефіцієнт тертя між цеглиною і підлогою дорівнює

А 0,14

В 0,40

Б 0,25

Г 0,70

16. ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ НА ПОВЕРХНЮ. СИЛА ТИСКУ

1-й рівень складності

16.1. Навіщо заточують леза ножів?

Стоячи на підлозі, хлопчик підняв ногу. Як змінилися тиск і сила тиску, що створює хлопчик, на підлозі?

16.3. Хлопчик сів на підлогу в спортивній залі. Як змінилися тиск і сила тиску, що створює хлопчик, на підлозі?

Яку силу тиску і тиск створює на опору площею 400 см^2 тіло, маса якого дорівнює 12 кг ?

16.5. Який максимальний тиск може створювати швець, коли шилом протикає шматок шкіри? Маса шевця дорівнює 80 кг , площа вістря шила — $0,25 \text{ мм}^2$.

16.6. Контейнер масою 9 т має площу опори 12 м^2 . Визначте тиск контейнера на залізничну платформу.

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. На столі стоїть мідний куб із ребром завдовжки 10 см . Який тиск він створює на стіл?

Дано:

$$a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$p = ?$

Розв'язання

Маса куба обчислюється за формулою $m = \rho V = \rho a^3$, де a — довжина ребра куба.

За означенням тиску $p = \frac{F}{S}$.

Підставивши у формулу тиску вирази

$$S = a^2 \text{ і } F = mg, \text{ отримаємо: } p = \frac{mg}{a^2} = \frac{\rho V g}{a^2} = \frac{\rho a^3 g}{a^2} = \rho a g.$$

Перевіримо одиниці: $[p] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$p = 8,9 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10 = 8,9 \cdot 10^3 \text{ (Па)}.$$

Відповідь: $p = 8,9 \text{ кПа}$.

16.7. Чому лежати на м'якому дивані набагато приємніше, ніж на твердій підлозі?

16.8. Хлопець пересів зі шкільного стільця в м'яке крісло. Як змінилися сила тиску і тиск, що створює хлопець?

16.9. Якщо виготовити з твердого пластику крісло, яке точно повторює форму людського тіла, то сидіти в ньому буде так само приємно, як і в м'якому кріслі. Чому?

16.10. Індійські факіри можуть лежати на гострих лезах. Що треба зробити факіру, щоб зменшити ризик порізати шкіру спини: зменшити чи збільшити кількість лез?

16.11. Який тиск створює лопата на ґрунт, якщо її встромляють у землю із силою 400 Н? Ширина різального краю лопати становить 20 см, а товщина — 0,2 мм.

16.12. Людина масою 90 кг *стоїть* на лижах. Який тиск людина створює на сніг? Як змінюється цей тиск, коли людина *біжить* на лижах? Довжина лижі дорівнює 1,8 м, ширина — 10 см.

16.13. Чи залишає жінка, яка носить взуття на шпильках, вм'ятини на асфальті, якщо поверхня асфальту витримує тиск 1 МПа? Площа шпильки становить 1 см², маса жінки — 50 кг, на одну шпильку припадає 1/4 ваги жінки.

16.14. Індійські факіри можуть лежати на гострих лезах. Якою має бути межа міцності (граничний тиск) шкіри факіра, щоб він міг лежати на п'ятдесяти довгих гострих лезах? Маса факіра дорівнює 60 кг, довжина кожного леза — 60 см, товщина — 0,2 мм.

16.15. Визначте масу тіла, яке створює на підлогу тиск 1000 Па. Площа опори тіла дорівнює 250 см^2 .

16.16. Якою має бути максимальна маса лижника, щоб він не провалювався в сніг? Сніговий покрив витримує тиск 2 кПа. Ширина лижі дорівнює 10 см, довжина — 1,6 м.

16.17. Сани масою 20 кг мають опорну площу $0,6 \text{ м}^2$. Визначте максимальну масу вантажу саней, якщо тиск на сніг не може перевищувати 3 кПа.

16.18. Людина масою 120 кг стоїть на лижах, які мають довжину 1,6 м. Якою є ширина кожної лижі, якщо тиск на сніг дорівнює 6 кПа?

16.19. Вантажівка створює тиск на дорогу 1 МПа. Якою є маса вантажівки, якщо кожне з її чотирьох коліс має площу дотику з дорогою 80 см^2 ?

16.20. Сніговий покрив витримує тиск 4 кПа. Якої довжини лижі потрібно взяти лижнику масою 80 кг, щоб він не провалювався в сніг під час руху? Ширина лижі дорівнює 12,5 см.

16.21. Український танк Т-84 «Оплот» масою 46 т створює на ґрунт тиск 92 кПа. Визначте загальну опорну площу гусениць цього танка.

16.22. Хокеїст, який наздогнав суперника, упав на лід. У скільки разів змінився після цього його тиск на лід? Ширина леза ковзанів дорівнює 4 мм, довжина опорної частини леза — 25 см, площа дотику з льодом хокеїста, який лежить, — $0,2 \text{ м}^2$.

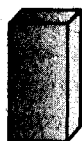
16.23. На столі лежать три однакові бруски (див. рисунок) розмірами $2 \times 4 \times 10 \text{ см}$ і масою 800 г. Який тиск бруски створюють на стіл?



1



2



3

3-й рівень складності

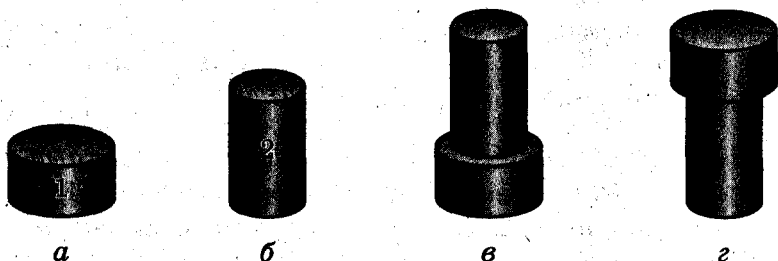
- 16.24.** Для чого, з'їжджаючи автомобілем з дороги на пухкий ґрунт, водії зменшують тиск повітря в шинах?
- 16.25.** Яким би був тиск коліс вагонів на рейки, якби колеса та рейки не деформувалися від дотику?
- 16.26.** Штовхніть сталеву кульку поверхнею стола і піщаною доріжкою. У якому випадку кулька покотиться далі? Чому?
- 16.27.** Під час проведення дорожніх робіт на дорогу поклали шар асфальту завтовшки 5 см. Який тиск створює асфальт на дорогу, якщо його густина дорівнює 2000 кг/м^3 ?
- 16.28.** На столі лежить сталева пластинка завтовшки 10 см. Який тиск вона створює на стіл?
- 16.29.** На столі лежать дві книжки. Якщо їх покласти одну на одну, то вони створюватимуть тиск або 200 Па, або 300 Па. Якою є площа більшої книжки, якщо менша має розміри $15 \times 20 \text{ см}$?
- 16.30.** Маленький хлопчик грається 24 кубиками, кожен із яких має масу 3 г і ребро завдовжки 1 см. Хлопчик послідовно побудував три вежі, щоразу використовуючи всі кубики. Висота вертикальної стіни дорівнювала у першому випадку 4 см, у другому — 6 см, у третьому — 8 см. Визначте силу тиску і тиск на стіл кожної вежі.
- 16.31.** На столі стоять два суцільні кубики з одного матеріалу. Довжина ребра кубика А у 3 рази більша, ніж довжина ребра кубика Б. Порівняйте вагу кубиків і їх тиск на стіл.
- 16.32.** В автосалоні поряд із виставковим автомобілем стоїть його точна копія, менша за оригінал у 27 разів. У скільки разів відрізняються сила тиску і тиск, які створюють автомобіль і його копія?

Задачі для допитливих

- 16.33. На столі стоять два циліндри (див. рисунок). Циліндр 1 виготовлено з деревини густиною 600 кг/м^3 . Він у 2 рази вищий, ніж циліндр 2, але має вдвічі менший діаметр. Циліндри створюють однаковий тиск. Для якого з циліндрів сила тиску на стіл є більшою? Визначте густину циліндра 2.



- 16.34. Два циліндри (рис. а, б) виготовлено з одного матеріалу. Циліндр 1 створює на стіл тиск p , циліндр 2 — тиск $4p$. У випадку в тиск на стіл дорівнює $2p$. Визначте тиск на стіл у випадку г.



- 16.35. На столі стоїть суцільний сталевий куб масою $62,4 \text{ кг}$. Який тиск він створює на поверхню стола?

17. ТИСК ГАЗІВ І РІДИН. ЗАКОН ПАСКАЛЯ*

1-й рівень складності

Якщо слабо накачаний м'яч полежить на сонці, то стає більш пружним. Чому?

17.2. Під час накачування автомобільних шин тиск у середині них стає більшим. Чому?

17.3. Під час будівництва якого будинку потрібно використовувати міцніші водогінні труби: триповерхового чи багатоповерхового? Чому?

Який мінімальний тиск має витримувати вертикальна труба з водою заввишки 12 м?

17.5. У дні нафтової цистерни є кран, через який нафта витікає, коли цистерну треба звільнити. Який тиск створює нафта на кран, якщо її рівень над дном цистерни становить 2 м?

17.6. Із шахти завглибшки 500 м треба відкачати воду. Який тиск має створювати насос, якщо його розташовано на дні шахти?

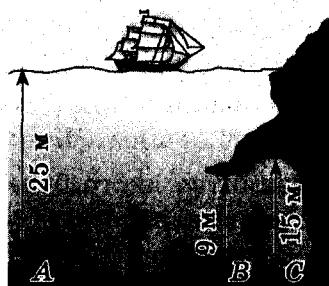
На воду, яку налито в циліндричну посудину, поклали поршень і натиснули на нього. Чи змінилася сила тиску на дно посудини? Чи залежить ця зміна від висоти наливої рідини? від сили тиску на поршень?

17.8. У горловину пластикової пляшки з водою щільно вставлено скляну трубку (див. рисунок). Що відбудеться, якщо натиснути на пляшку?



* У задачах цього параграфу під час визначення тиску рідини не слід ураховувати атмосферний тиск.

17.9. На рисунку схематично показано морське дно. Порівняйте тиск води в точках А, В, С.



2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Біля підніжжя водонапірної вежі зірвало водопровідний кран. З якою силою потрібно притискати заглушку до отвору, що утворився, щоб вода не лилася? Висота вежі становить 25 м, площа перерізу отвору 4 см².

Дано:

$$h = 25 \text{ м}$$

$$S = 4 \text{ см}^2 = 0,0004 \text{ м}^2$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$F = ?$

Розв'язання

Сила, яку потрібно прикласти до заглушки, має врівноважити силу тиску води: $F = pS$.

Тиск стовпа води заввишки h обчислюємо за формулою $p = \rho gh$.

Остаточно отримуємо:

$$F = \rho ghS.$$

Перевіримо одиниці: $[F] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2 = \text{Н}.$

Визначимо значення шуканої величини:

$$F = 1000 \cdot 10 \cdot 25 \cdot 0,0004 = 100 \text{ (Н)}.$$

Відповідь: $F = 100 \text{ Н}.$

Щоб усунути вм'ятину на тенісній кульці, її можна на деякий час опустити в гарячу воду. Поясніть, на чому ґрунтується цей спосіб «ремонт» кульки.

17.11. Колбу відкритим горлом опущено в посудину з водою (див. рисунок). Чи зміниться рівень води в колбі, якщо колбу підігріти? Обґрунтуйте свою відповідь.

17.12. У циліндричну мензурку налито 625 г води. Який тиск створює вода на дно мензурки, якщо площа дна становить 25 см²?

На першому поверсі багатоповерхівки тиск води у водогоні дорівнює 0,2 МПа. Чому дорівнює тиск на п'ятому поверсі, якщо висота поверху становить 3 м?

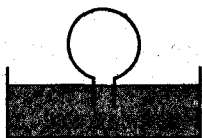
17.14. На третьому поверсі багатоповерхівки тиск води у водогоні дорівнює 0,12 МПа. Чому дорівнює тиск на першому поверсі, якщо висота поверху становить 3 м?

З якою силою природний газ тисне на круглу заслінку газового крана, якщо тиск у трубі дорівнює 2 МПа, а діаметр заслінки становить 10 см?

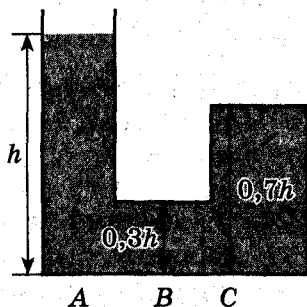
17.16. Яку силу потрібно прикласти, щоб витягти пробку з отвору в дні басейну? Глибина басейну дорівнює 4 м, радіус пробки — 4 см.

17.17. Чи можна в невагомості вичавити зубну пасту з тюбика?

17.18. Тиск води на дно посудини в точці С (див. рисунок) дорівнює 700 Па. Який тиск вода створює на дно в точках А, В?



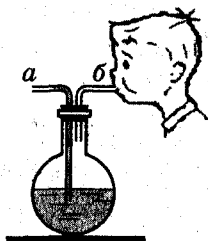
До задачі 17.11



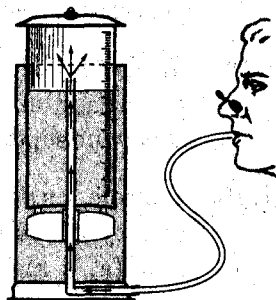
До задачі 17.18

17.19. У колбу налито воду та щільно закорковано. Через корок пропущено дві трубки (див. рисунок). Що відбуватиметься, якщо хлопчик почне дмухати в трубку *a*? трубку *b*?

17.20. У медичних установах для визначення об'єму легень людини використовують спірометри. Одну з можливих конструкцій спірометра зображено на рисунку. Поясніть принцип дії приладу.



До задачі 17.19



До задачі 17.20

3-й рівень складності

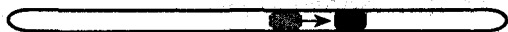
17.21. Кидати скляний або металевий герметичний балон у багаття дуже небезпечно, навіть якщо в балоні міститься звичайне повітря. Поясніть чому.

17.22. Чому лампи розжарювання заповнюють інертним газом за тиску, який є значно меншим від атмосферного?

17.23. Чи змінюється тиск води на дно ванни, коли людина у ванні сідає? піднімається? Якщо змінюється, то чому?

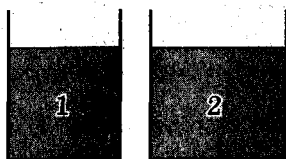
17.24. У великий кухоль з водою помістили порожню склянку так, що вона плаває у воді. Чи змінився тиск води на дно кухля? Розгляньте два випадки: а) кухоль спочатку був заповнений частково; б) кухоль був заповнений доверху.

- 17.25.** Який кінець запаяної з обох боків горизонтальної скляної трубки нагріли, якщо краплина ртуті, що міститься всередині, пересунулася праворуч (див. рисунок)? Що спостерігатиметься після припинення нагрівання?

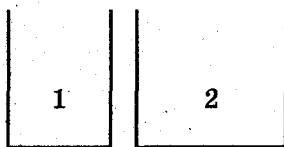


У дві посудини налили різні рідини до однакового рівня (див. рисунок). Сили тиску на дно посудин виявились однаковими. Чи однаковими є густини рідин? Якщо ні, то в якій посудині густина рідини більша й у скільки разів? Площа дна посудини 2 більша за площу дна посудини 1 в 1,25 разу.

- 17.27.** У дві посудини налили однакову кількість води (див. рисунок). Порівняйте сили тиску на дно посудин і тиски на дно цих посудин. Площа дна посудини 2 більша за площу дна посудини 1 в 1,5 разу.

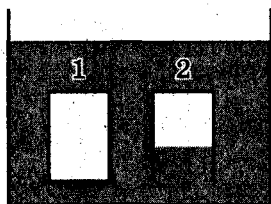


До задачі 17.26



До задачі 17.27

- 17.28.** У ванну з водою занурили догори дном дві однакові пластикові посудини: першу — герметично закриту, а другу — відкриту (див. рисунок). Стінки посудини під тиском 1 кПа починають деформуватися. Яка з посудин і на якій глибині почне деформуватися першою?



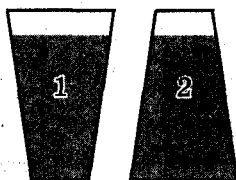
- 17.29. У циліндричну мензурку налито воду та мастило загальною висотою 20 см. Якою є товщина шарів мастила і води, якщо загальний тиск рідини на дно дорівнює 1750 Па?

Задачі для допитливих

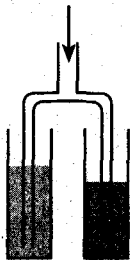
17.30. Акваріум, який має форму куба, заповнюють водою наполовину. У скільки разів сила тиску води на одну бічну поверхню менша від сили тиску на дно акваріума?

17.31. Герметичні двері заввишки 2 м і завширшки 80 см відділяють сусідні приміщення всередині корабля і витримують максимальну силу тиску 4 кН. До якої висоти в одному з приміщень може дійти рівень води, щоб двері ще не зруйнувалися?

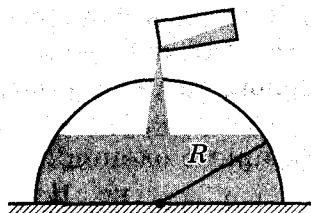
17.32. У якій з посудин (див. рисунок) сила тиску рідини на дно більша за вагу, а в якій — менша? Обґрунтуйте свою відповідь.



- 17.33. Через подвійну трубку в склянки з гасом і водою вдувають повітря (див. рисунок). Бульбашки починають з'являтися біля нижніх країв трубок одночасно. У склянці з якою рідиною її рівень є нижчим? на скільки? У воду занурено 20 см трубки.



- 17.34.** На столі стоїть посудина, що має форму півсфери радіусом R (див. рисунок). Край посудини щільно прилягає до стола. У верхній точці посудини є маленький отвір, через який наливають рідину густиною ρ . За якої маси посудини з-під неї може витікати рідина?



18. АТМОСФЕРНИЙ ТИСК І ЙОГО ВИМІРЮВАННЯ. БАРОМЕТРИ

1-й рівень складності

- 18.1.** Якщо порожню закриту пластикову пляшку винести на мороз, то вона почне стискатися. Що є причиною такого стискання?
- 18.2.** У якій частині трубки Торрічеллі тиск є найвищим? Чому він дорівнює?
- 18.3.** Де атмосферний тиск є більшим: на першому поверсі хмарочоса чи на сотому?
- 18.4.** Що притискає до скла (або інших гладеньких поверхонь) гумові присоски?
- 18.5.** Чому рідина у шприці піднімається, коли піднімається його поршень?
- 18.6.** Скляні колби вакуумних приладів виготовляють із дуже товстого скла. Чому вони мають бути міцними?
- 18.7.** Подайте тиск 200 кПа у міліметрах ртутного стовпа.
- 18.8.** Подайте тиск 380 мм рт. ст. у кілопаскалях.

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Нирець занурився в озеро на 30 м. Визначте тиск на цій глибині.

Дано:

$$h = 30 \text{ м}$$

$$\rho_v = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$p = ?$

Розв'язання

За законом Паскаля атмосферний тиск p_a передається в будь-яку точку води. Отже, маємо: повний тиск складається з атмосферного та тиску стовпа води заввишки h , тобто $p = p_a + \rho_v gh$.

Перевіримо одиниці:

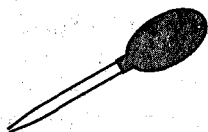
$$[p] = \text{Па} + \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м} = \text{Па} + \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

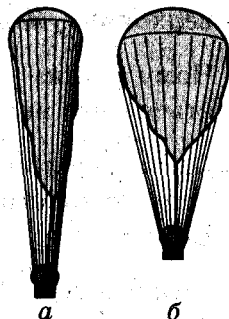
$$p = 10^5 + 1000 \cdot 10 \cdot 30 = 4 \cdot 10^5 \text{ (Па)}.$$

Відповідь: 400 кПа.

- 18.9.** На рисунку зображено скляну трубку з гумовою грушею. Як за допомогою цього простого пристрою можна брати проби рідин?
- 18.10.** Сила тиску атмосфери на кожний квадратний сантиметр поверхні нашого тіла становить 10 Н. Чому ми не відчуваємо атмосферного тиску?
- 18.11.** Сила тиску повітря на поверхню учнівської парти становить понад 70 кН. Чому не спостерігаються наслідки дії цієї сили?
- 18.12.** На рис. *a, б* зображено стратостат на різних висотах. Який із випадків відповідає меншій висоті? Чому?



До задачі 18.9



До задачі 18.12

Чому з пляшки з газованою водою, яку відкрито в глибокій шахті, не виходять бульбашки газу?

18.14. Чому пляшки з газованою водою є джерелом небезпеки під час польоту на повітряній кулі?

Яким (приблизно) є атмосферний тиск на даху хмарочоса, якщо біля його підніжжя барометр показує 760 мм рт. ст.? Висота хмарочоса дорівнює 250 м, температура повітря 0 °С.

18.16. Яким (приблизно) є атмосферний тиск біля підніжжя хмарочоса, якщо на його даху барометр показує 750 мм рт. ст.? Висота хмарочоса 300 м.

18.17. Барометр перенесли з дна шахти на поверхню, при цьому зафіксувавши зміну тиску від 770 до 745 мм рт. ст. Якою (приблизно) є глибина шахти?

18.18. Який барометр є більш чутливим: ртутний чи водяний?

Подайте тиск 550 мм рт. ст. в сантиметрах водяного стовпа.

18.20. Подайте тиск 250 см водяного стовпа у міліметрах ртутного стовпа.

18.21. Кашалоти можуть заглиблюватися в товщу води до 1 км. У скільки разів тиск води на цій глибині перевищує атмосферний?

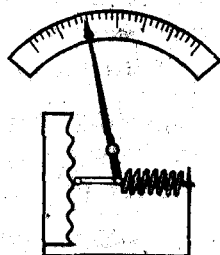
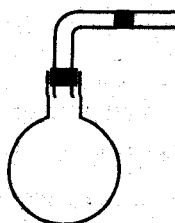
3-й рівень складності

18.22. Чи можна, рухаючи поршень шприца, набрати в нього рідину на космічній станції в умовах невагомості?

18.23. Чи можна проводити дослід Торрічеллі в умовах невагомості? Обґрунтуйте свою відповідь.

Якщо нагріти руками колбу, то крапелька ртуті в скляній трубці почне пересуватися праворуч, якщо охолодити — ліворуч (див. рисунок). Чи можна цей прилад проградувати та використовувати як термометр?

- 18.25.** Чи буде пересуватися крапелька ртуті в скляній трубці (див. рисунок) у міру нагрівання колби на борту космічної станції в умовах невагомості?
- 18.26.** Якщо перевернути відкриту пластикову пляшку з водою, то можна побачити, що в міру витікання води стінки пляшки стискаються. Чому це відбувається?
- 18.27.** На рисунку зображено модель барометра-анероїда. Куди пересуватиметься кінець стрілки, якщо атмосферний тиск збільшиться? зменшиться?



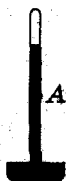
До задач 18.24, 18.25

До задачі 18.27

- 18.28.** Якщо в трубці Торрічеллі на висоті 660 мм від поверхні ртуті в чашці зробити отвір і затягти його тонкою еластичною гумовою плівкою (див. рисунок), то якою буде форма плівки?

- 18.29.** У трубці Торрічеллі в точці А (див. рисунок) на висоті 500 мм від поверхні ртуті в чашці зроблено отвір площею 10 мм^2 . Яка сила тертя і в якому напрямку діє на пробку, що закриває цей отвір? Атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт. ст.

- 18.30.** У запаяній зверху скляній трубці міститься стовпчик ртуті (див. рисунок). Якою є його висота, якщо повітря всередині трубки створює тиск 590 мм рт. ст., а атмосферний тиск становить 740 мм рт. ст.?



До задачі 18.28

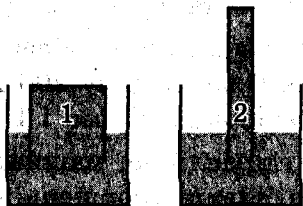
До задачі 18.29

До задачі 18.30

- **18.31.** Яким є головний недолік альтиметра, що визначає висоту польоту літака за атмосферним тиском?
- 18.32.** У кабіні пілотованого космічного корабля підтримують нормальний атмосферний тиск. Корабель здійснив посадку на планету, де атмосферний тиск дорівнює 500 кПа. Яка сила діє на ілюмінатор площею 5 дм²?
- **18.33.** Яка сила змушує напій підніматися, коли ми п'ємо через трубочку?
- 18.34.** Під час піднімання повітряної кулі через кожні 200 м вимірюють атмосферний тиск. Перше вимірювання дало результат 100 кПа, друге — 97,5 кПа. Чи можна стверджувати, що з кожним наступним вимірюванням результат зменшуватиметься на 2,5 кПа?

Задачі для допитливих

- 18.35.** У відомому експерименті з магдебурзькими півкулями 16 коней (по 8 з кожного боку) не змогли відірвати півкулі одну від одної. А які сили потрібно прикласти до півкуль, щоб їх відірвати? У середині півкуль, діаметр яких дорівнює 35 см, тиск становив $1/8$ атмосферного тиску.
- 18.36.** З води виймають догори дном дві легкі склянки (див. рисунок). Щоб повністю їх вийняти, треба прикласти силу. До якої склянки потрібно прикласти більшу силу? Висоти склянок відносяться як 1 : 2, а діаметри як 3 : 1.
- **18.37.** Із верхньої пробірки потроху витікає вода (див. рисунок). Як змінюється положення нижньої пробірки?

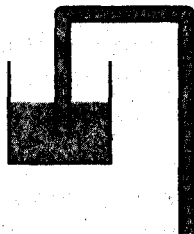


До задачі 18.36



До задачі 18.37

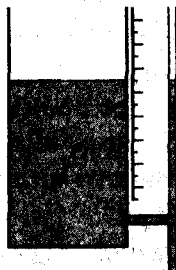
- 18.38. Сифон. У склянку з водою опустили вигнуту трубку, повністю заповнену водою (див. рисунок). Як рухатиметься вода в трубці та склянці?



19. СПОЛУЧЕНІ ПОСУДИНИ. МАНОМЕТРИ, ГІДРАВЛІЧНІ МАШИНИ

1-й рівень складності

- 19.1*. На яку висоту можна підняти воду за допомогою найпростішого всмоктувального насоса?
- 19.2. За рисунком поясніть принцип дії вимірювача рівня води в баку для поливу городу.



■ Яку силу потрібно прикласти до меншого поршня гідрравлічного преса, щоб він розвивав зусилля 200 кН? Відношення площ поршнів становить 1 : 100.

19.4. Яке зусилля розвиває гідрравлічний прес, якщо до меншого поршня прикладають силу 200 Н? Площі поршнів дорівнюють відповідно 1 см² і 1 дм².

19.5. На менший поршень гідрравлічної машини діє сила 300 Н. Яка сила діє на більший поршень, якщо площі поршнів дорівнюють відповідно 10 і 400 см²?

Гідравлічний домкрат піднімає машину вагою 20 кН. До меншого поршня домкрата прикладають силу 400 Н. Чому дорівнює площа більшого поршня, якщо площа меншого — 2 см²?

19.7. Щоб за допомогою гідравлічного домкрата підняти машину вагою 15 кН, до меншого поршня прикладають силу 300 Н. Визначте площу меншого поршня, якщо площа більшого — 200 см².

19.8. До меншого поршня гідравлічного підйомника, за допомогою якого піднімають легковий автомобіль масою 1,5 т, прикладають силу 750 Н. У скільки разів відрізняються площі поршнів?

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Більший поршень гідравлічного преса стискає деталь із силою 2 МН. З якою силою тиснуть на менший поршень преса? Скільки ходів потрібно зробити меншому поршню, щоб більший перемістився на 4 см? Площі більшого і меншого поршнів становлять 40 дм² і 20 см² відповідно, хід меншого поршня — 20 см.

Дано:

$$F_1 = 2 \text{ МН} = 2 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

$$h_1 = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$$

$$S_1 = 40 \text{ дм}^2 = 0,4 \text{ м}^2$$

$$S_2 = 20 \text{ см}^2 = 0,002 \text{ м}^2$$

$$h_2 = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$F_2 = ? \text{ Н} \quad ?$$

Розв'язання

Відношення сил, що діють на поршні гідравлічного преса, дорівнює відношенню площ цих поршнів: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$.

Звідси маємо: $F_2 = F_1 \frac{S_2}{S_1}$.

Рідина практично нестислива, тому об'єм рідини, витісненої меншим поршнем, дорівнює об'єму рідини, що потрапить у більший циліндр: $V_2 = V_1$. Об'єм V_2 менший поршень витисне за N ходів: $V_2 = N h_2 S_2$.

Отже, $h_1 S_1 = N h_2 S_2$, звідки $N = \frac{h_1 S_1}{h_2 S_2}$.

Перевіримо одиниці:

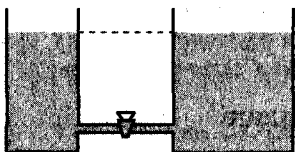
$$[F_2] = \text{Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} = \text{Н}, \quad [N] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{м}^2} = 1.$$

Визначимо значення шуканих величин:

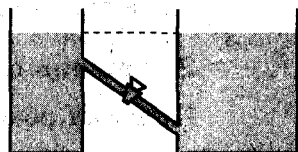
$$F_2 = 2 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,002}{0,4} = 10^4 \text{ (Н)}, \quad N = \frac{0,04 \cdot 0,4}{0,2 \cdot 0,002} = 40.$$

Відповідь: $F_2 = 10$ кН, $N = 40$.

19.9. У посудини налито воду. Як видно з рисунка, об'єм води в правій посудині більший, ніж у лівій. Чи почне з неї перетікати вода в ліву посудину, якщо відкрити кран?

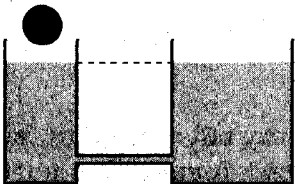


До задачі 19.9

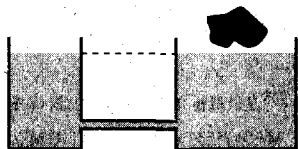


До задачі 19.10

19.11. У сполучені посудини налито воду (див. рисунок). У ліву посудину опускають невелику дерев'яну кульку. Чи зміниться рівень води в посудинах? тиск води на дно посудин?



До задачі 19.11



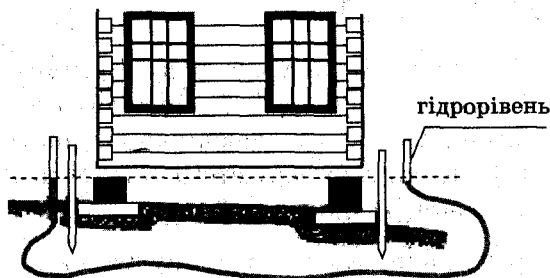
До задачі 19.12

19.13. U-подібна трубка містить воду. У праве коліно доливають мастило. У якому коліні рівень рідини буде вищим?

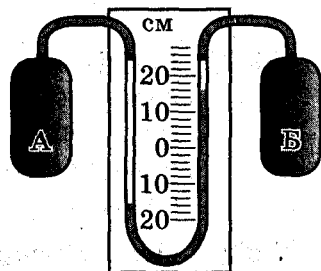
19.14. Поясніть за рисунком, як за допомогою гнучкої трубки з водою у ході будівництва споруди перевіряють, чи однаковим є рівень усіх частин фундаменту.

19.15. В U-подібну трубку (див. рисунок) налито воду. Тиск у посудині А становить 5 кПа. Яким є тиск у посудині Б?

19.16. Тиск у посудині А (див. рисунок) становить 124 кПа, у посудині Б — 80,5 кПа. Яка рідина міститься в U-подібній трубці?



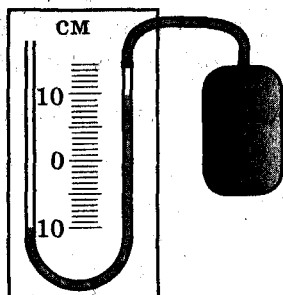
До задачі 19.14



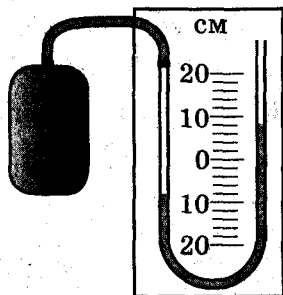
До задач 19.15, 19.16

19.17. Ліве коліно водяного манометра (див. рисунок) відкрите в атмосферу. На скільки відрізняється тиск у балоні від атмосферного?

19.18. На рисунку показано вимірювання тиску в балоні за допомогою ртутного манометра. Визначте тиск (у мм рт. ст.) у балоні, якщо атмосферний тиск дорівнює 760 мм рт. ст.



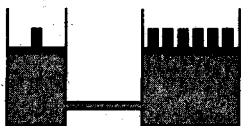
До задачі 19.17



До задачі 19.18

19.19. Чому в гідравлічних машинах використовують рідину, а не повітря?

- 19.20.** Поршні гідравлічного преса перебувають у рівновазі (див. рисунок). Якою є площа меншого поршня, якщо площа більшого дорівнює 12 дм^2 ? Вагою поршнів можна знехтувати, усі тягарці однакові.



- 19.21.** Площа меншого поршня гідравлічного підйомника дорівнює 4 см^2 , більшого — 300 см^2 . За його допомогою піднімають автомобіль, прикладаючи до меншого поршня силу 440 Н . Визначте масу автомобіля. Яким є тиск мастила всередині підйомника?

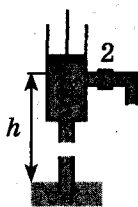
Менший поршень гідравлічного преса опустився на 18 см , а більший поршень піднявся на 1 см . Який вигравш у силі дає такий прес?

- 19.23.** Гідравлічним підйомником підняли контейнер масою 300 кг на висоту 4 см . Менший поршень опустився на 24 см . Яку силу при цьому прикладали до меншого поршня?

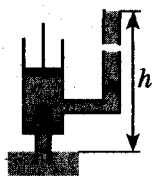
- 19.24.** Менший поршень гідравлічної машини опустився під дією сили 300 Н на 4 см , а більший — піднявся на 1 см . Яка сила діяла на більший поршень?

- 19.25*.** Від чого залежить висота h , на яку можуть підняти воду насоси, які зображено на рисунку? Чи зможуть ці насоси підняти воду на висоту 20 м ?

Поясніть за рисунком, куди рухається поршень насоса: угору чи вниз?



a



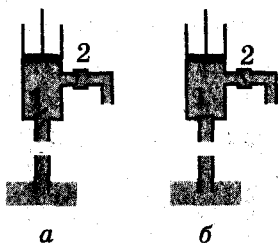
б

До задачі 19.25

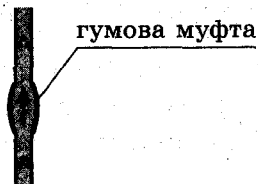


До задачі 19.26

19.27*. У якому з випадків на рис. а, б поршень насоса рухається вниз?

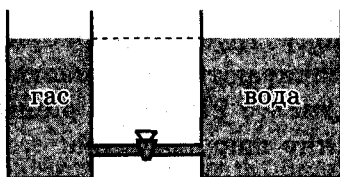


19.28*. Поясніть, як працює насос, який зображено на рисунку.

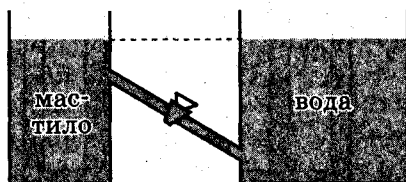


3-й рівень складності

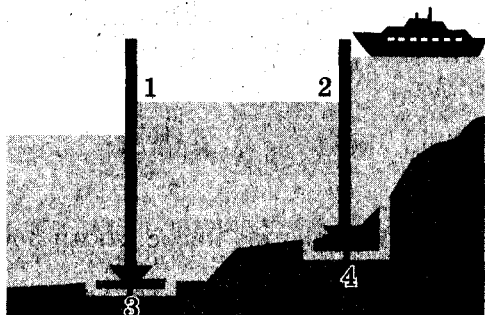
19.29. Ліва посудина містить газ, а права — воду (див. рисунок). Чи потече рідина по трубці, якщо відкрити кран? Якщо так, то в який бік?



19.30. Права посудина містить воду, а ліва — мастило (див. рисунок). Чи потече рідина по трубці, якщо відкрити кран? Якщо так, то в який бік?



- **19.31.** У якій послідовності потрібно відкривати й закривати ворота шлюзу 1, 2 і заслінки 3, 4 (див. рисунок), щоб судно пройшло через шлюз униз за течією?



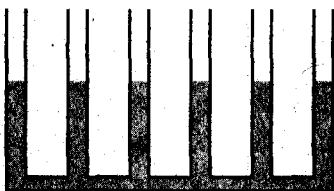
- **19.32.** У праве та ліве коліна U-подібної трубки налито воду та гас. Яким є відношення висот рідин у колінах, якщо рідини перебувають у рівновазі?

- **19.33.** У ліве коліно U-подібної трубки налито воду, висота стовпчика якої становить 24 см. Визначте висоту стовпчика мастила в правому коліні трубки.

- **19.34.** В U-подібну трубку налито ртуть. У ліве коліно трубки доливають 20 см гасу. Визначте висоту шару води в правому коліні трубки, якщо поверхні ртуті в обох колінах перебувають на одному рівні.

- **19.35.** В U-подібну трубку налито воду. У ліве коліно трубки доливають шар мастила. Поверхні рідин установилися з різницею рівнів $\Delta h = 2$ см. Визначте товщину шару мастила.

- **19.36.** Шість однакових сполучених посудин (див. рисунок) частково заповнено водою. В одну з посудин доливають шар гасу заввишки 15 см. На скільки підніметься рівень води в інших посудинах?



Який із манометрів є більш чутливим: ртутний чи водяний?

19.38. У ртутному манометрі ртуть замінили на воду. Збільшилася чи зменшилася ціна поділки? у скільки разів?

19.39. Площа меншого поршня гідравлічного підйомника дорівнює 5 см^2 , один його хід становить 10 см . Скільки ходів меншого поршня потрібно зробити, щоб підняти автомобіль масою $2,1 \text{ т}$ на висоту $1,5 \text{ м}$, прикладаючи силу 300 Н до меншого поршня?

19.40. За допомогою «подвійної» гідравлічної машини, яку зображено на рисунку, стискають деталь. До меншого поршня П прикладено силу 100 Н . З якою силою стискається деталь, якщо площі менших поршнів дорівнюють 2 см^2 , а більших — 18 см^2 ? Визначте тиски мастила в резервуарах А і Б.



Задачі для допитливих

19.41. В U-подібній трубці рівень води на 24 см нижчий за краї трубки. В одне з колін трубки потроху доливають гас. На скільки будуть відрізнятися рівні рідин у колінах, коли в одному з них рідина дійде до краю?

19.42. У циліндричних сполучених посудинах, площі перерізу яких відносяться як $1 : 3$, міститься вода. У ширшу посудину доливають шар гасу завтовшки 8 см . На скільки підніметься рівень води у вужчій посудині? Гас у цю посудину не потрапляє.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Тиск газу передається в усіх напрямках без змін унаслідок того, що:

- А усі молекули газу однакові
- Б молекули газу хаотично переміщуються по всій посудині
- В газ має певну вагу
- Г газ легко стиснути

2. Сніговий покрив витримує тиск до 2,5 кПа. Лижник стоїть на двох лижах, не провалюючись у сніг. Довжина лижі дорівнює 1,4 м, а ширина — 6 см. Максимальна можлива маса цього лижника дорівнює:

- А 21 кг
- Б 30 кг
- В 42 кг
- Г 84 кг

3. На якій глибині в озері Світязь тиск дорівнює 500 кПа? Густина води дорівнює 1000 кг/м^3 , атмосферний тиск — 100 кПа.

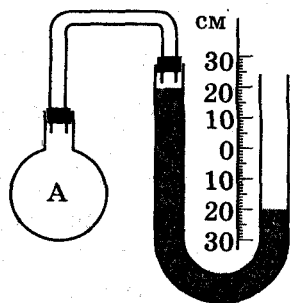
- А 20 м
- Б 40 м
- В 50 м
- Г 60 м

4. На початку підняття повітряної кулі виміряли атмосферний тиск. Виявилось, що він становить 756 мм рт. ст. Коли вимірювання повторили, тиск дорівнював 740 мм рт. ст. На яку (приблизно) висоту піднялася повітряна куля?

- А 16 м
- Б 170 м
- В 380 м
- Г 740 м

5. У рідинному манометрі міститься ртуть (див. рисунок). Визначте тиск газу в посудині А, якщо атмосферний тиск дорівнює 720 мм рт. ст.

- А 320 мм рт. ст.
- Б 680 мм рт. ст.
- В 760 мм рт. ст.
- Г 920 мм рт. ст.



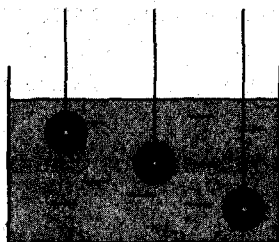
6. За допомогою гідравлічного домкрата піднімають плиту масою 800 кг. Для цього до меншого поршня домкрата площею 6 см^2 прикладають силу 200 Н. Визначте площу більшого поршня домкрата. Вагу поршнів і рідини, а також тертя не враховуйте.

- А 240 см^2
- Б 300 см^2
- В 480 см^2
- Г 960 см^2

20. ВИШТОВХУВАЛЬНА СИЛА В РІДИНАХ І ГАЗАХ. ЗАКОН АРХІМЕДА

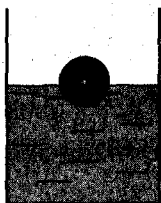
1-й рівень складності

- 20.1. Чому камінь у воді піднімати легше, ніж над водою?
- 20.2. У воду занурено металеві кульки, що мають однаковий радіус (див. рисунок). На яку з кульок *a*–*в* діє більша архімедова сила?



a *б* *в*

- 20.3. У воді плаває дерев'яна кулька (див. рисунок). Які сили діють на кульку? Зобразіть ці сили на рисунку.



■ Чому дорівнює архімедова сила, що діє на тіло об'ємом 25 см^3 , повністю занурене в гас?

20.5. На повністю занурене у воду тіло діє архімедова сила 12 Н . Який об'єм має тіло?

20.6. На тіло об'ємом 40 см^3 , повністю занурене в рідину, діє архімедова сила $0,48 \text{ Н}$. Визначте густину рідини.

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. Алюмінієвий кубик із довжиною ребра 10 см підви- сили до динамометра. Якими будуть показання динамометра, якщо кубик перебуває в повітрі? повністю занурений у воду?

Дано:

$$a = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{ал}} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F_1 - ?$$

$$F_2 - ?$$

Розв'язання

На тіло, яке перебуває у повітрі, діє на- стільки мала архімедова сила, що нею можна знехтувати. Тому показання дина- мометра у випадку, коли кубик перебуває у повітрі, дорівнюють силі тяжіння, що діє на кубик: $F_1 = mg = \rho_{\text{ал}} gV$.

У рідині на тіло діє виштовхувальна сила.

Тому показання динамометра зменшуються на значення цієї сили:

$$F_2 = mg - F_A = \rho_{\text{ал}} gV - \rho_{\text{в}} gV = gV(\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}}).$$

Оскільки $V = a^3$, маємо: $F_1 = \rho_{\text{ал}} a^3 g$, $F_2 = g a^3 (\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}})$.

Перевіримо одиниці: $[F] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \text{Н}$.

Визначимо значення шуканих величин:

$$F_1 = 2700 \cdot 0,1^3 \cdot 10 = 27 \text{ (Н)},$$

$$F_2 = 10 \cdot 0,1^3 \cdot (2700 - 1000) = 17 \text{ (Н)}.$$

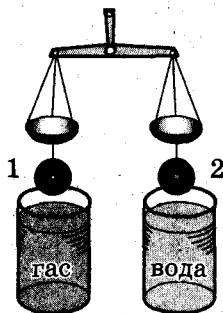
Відповідь: $F_1 = 27 \text{ Н}$, $F_2 = 17 \text{ Н}$.

- 20.7. Чи справді тіла «втрачають вагу» під час занурен- ня в рідину?
- 20.8. Чому в разі пожежі на бензосховищі заборонено ви- користовувати воду для гасіння бензину, що горить?
- 20.9. Чи буде змінюватися архімедова сила, що діє на ка- мінь на дні озера, у разі зміни атмосферного тиску?
- 20.10. У склянці з водою лежить камінець. Чи змінить- ся архімедова сила, що діє на нього, якщо склянку з камінцем помістити під дзвін вакуумного насоса й відкачати повітря?

- 20.11.** Матрос з борту корабля випадково впустив у воду гайковий ключ. Поясніть, як змінюватиметься з часом архімедова сила, що діє на ключ.
- 20.12.** Тіло по черзі повністю занурюють у воду та гас. У скільки разів архімедова сила у воді більша, ніж у гасі?
- 20.13.** На тіло, що повністю занурене в гас, діє архімедова сила 8 Н. Яка архімедова сила діятиме на це тіло, якщо його занурити у воду?
- 20.14.** На тіло, що повністю занурене в гас, діє архімедова сила 4 Н. Яку густину має тіло, якщо його маса становить 900 г?
- 20.15.** Яка виштовхувальна сила діє на скляне тіло масою 500 г, що повністю занурене у воду?
- 20.16.** Яка виштовхувальна сила діє на сталеву деталь масою 156 кг, що повністю занурена у воду?
- 20.17.** Яке зусилля потрібно прикласти, щоб утримувати під водою бетонний блок розмірами $20 \times 30 \times 40$ см? На скільки це зусилля потрібно збільшити, щоб дістати блок з-під води?
- 20.18.** До динамометра підвісили тіло вагою 4 Н і об'ємом 200 см^3 . Якими будуть показання динамометра, якщо тіло повністю занурити у воду?
- 20.19.** Що покаже динамометр, якщо підвішене до нього тіло повністю занурити у воду? Маса тіла дорівнює 200 г, об'єм — 50 см^3 .
- 20.20.** На скільки зменшаться показання динамометра, якщо сталеве тіло об'ємом 150 см^3 , що підвішене до його пружини, повністю занурити у воду?
- 20.21.** Що покаже динамометр, якщо підвішений до нього сталевий циліндр масою 390 г наполовину занурити у воду?

На рівноплечих терезах зрівноважено мідне та алюмінієве тіла. Чи порушиться рівновага, якщо тіла занурити у воду?

20.23. На рівноплечих терезах зрівноважено два однакові тіла (див. рисунок). Чи порушиться рівновага, якщо тіло 1 занурити в гас, а тіло 2 — у воду?



3-й рівень складності

Чи діє архімедова сила в умовах невагомості?

20.25. Тяжіння на планетах Сонячної системи інше, ніж на Землі. Чи відрізняється там архімедова сила, що діє на тіло, яке занурене в рідину?

Гранітну балку масою 1,3 т частково занурено у воду. У воді на балку діє архімедова сила 1 кН. Яка частина балки перебуває над водою?

20.27. Мідний кубик із довжиною ребра 10 см підвішено за нитку і частково занурено у воду. Яка частина кубика перебуває над водою, якщо сила натягу нитки дорівнює 81 Н?

Сталева деталь масою 390 г має порожнину. Деталь підвісили на нитці та повністю занурили у воду. Визначте об'єм порожнини, якщо ця деталь розтягує нитку із силою 3,35 Н.

20.29. Мідна кулька масою 89 г має порожнину. Кульку підвісили до динамометра та занурили у воду. Визначте об'єм порожнини, якщо показання динамометра становлять 0,59 Н.

У воді брусок, який підвішено до динамометра, розтягує пружину із силою 14 Н, а в мастилі — 16 Н. Визначте за цими даними масу та густину бруска.

20.31. Металевий тягарець на динамометрі послідовно занурюють у склянку з водою і склянку з невідомою рідиною. У повітрі тягарець розтягує пружину динамометра із силою 11 Н, у воді — 10 Н, а в невідомій рідині — 9,5 Н. Визначте густину цієї рідини.

Коли суцільну металеву деталь, яку підвішено до динамометра, занурили в гас, показання динамометра зменшилися на 10 %. Визначте густину металу.

20.33. Після того як половину суцільної кулі, яку підвішено до динамометра, занурили у воду, показання динамометра зменшилися на 20 %. Визначте густину матеріалу кулі.

20.34. Суцільну статуетку підвісили до динамометра. Коли її занурили у воду, показання динамометра зменшилися від 7 до 6 Н. Визначте густину матеріалу статуетки.

20.35. Сталевий кубик опущено на нитці у воду так, що верхня грань паралельна поверхні. Тиск води на верхню грань становить 1 кПа (без урахування атмосферного тиску). Який тиск створює вода на нижню грань, якщо нитка натягнута із силою 68 Н?

20.36. На сталевому тросі, жорсткість якого становить 4 МН/м, повільно піднімають із дна водойми затонулу статую об'ємом 3 м³ і масою 12 т. Знайдіть видовження тросу. Опором води знехтуйте.

Задачі для допитливих

20.37. На шальці терезів стоїть склянка з водою. Терези зрівноважено. На скільки збільшаться показання

терезів, якщо в склянку опустити на нитці мідну статуетку масою 178 г так, щоб вона не торкалася стінок і дна склянки? Статуетка повністю занурена у воду. Вода зі склянки не виливається.

■ **20.38.** Коли за допомогою золотих важків зважують коштовні камінці, чутливі терези дають похибку, а коли зважують золоті прикраси — ні. Поясніть чому.

20.39. На плоскому дні ванни з водою стоїть скляний кубик із довжиною ребра 10 см. Глибина шару води дорівнює 90 см. Яку вертикальну силу слід прикласти до центра верхньої грані кубика, щоб трохи підняти його? У скільки разів зміниться відповідь, якщо нижню грань кубика змастити парафіном і вода не буде підтікати під неї?

21. УМОВИ ПЛАВАННЯ ТІЛ

1-й рівень складності

■ Чи може плавати у воді суцільна пластмасова іграшка, густина якої становить 900 кг/м^3 ? Чи може іграшка плавати в гасі?

■ **21.2.** У якій рідині може плавати залізна гантель?

■ **21.3.** У посудині один над одним розташовані шари трьох рідин: ртуті, гліцерину, води. У посудину кидають чотири маленькі кульки: золоту, крижану, сталеву та полістиролову. Де розташуються кульки?

■ У воду опускають тіло масою 180 г і об'ємом 200 см^3 . Чи плаватиме це тіло? Чи плаватиме воно в гасі?

■ **21.5.** Тіло масою 400 г під час повного занурення у воду витісняє 350 см^3 води. Плаває це тіло у воді чи тоне?

21.6. Тіло об'ємом 500 см^3 під час плавання у воді витісняє 350 см^3 води. Чому дорівнює густина тіла? Чи буде це тіло плавати в мастилі?

21.7. Надувний пліт має об'єм 5 м^3 . Вантаж якої максимальної маси можна на ньому розмістити, якщо власна вага плота становить 300 Н ?

21.8. Повітряна кулька масою 100 г натягує нитку, на якій тримається, із силою $0,5 \text{ Н}$. Яка архімедова сила діє на кульку?

21.9. На повітряну кулю вантажністю 800 Н діє архімедова сила 1400 Н . Визначте загальну масу гондоли, оболонки кулі та гарячого повітря всередині кулі.

2-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. У річці плаває плоска крижина завтовшки 20 см площею 10 м^2 . На скільки крижина виступає над поверхнею води? На скільки буде виступати, якщо на неї стане хлопець масою 50 кг ?

Дано:

$$h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$S = 10 \text{ м}^2$$

$$m = 50 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{л}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$h_1 - ?$$

$$h_2 - ?$$

Розв'язання

Умова плавання крижини:

$$mg = F_{\text{А1}} \Rightarrow \rho_{\text{л}} gV = \rho_{\text{в}} gV_{\text{зан}},$$

$$\rho_{\text{л}} gSh = \rho_{\text{в}} gS(h - h_1).$$

$$\text{Звідси } h_1 = \left(1 - \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}}\right)h.$$

Перевіримо одиниці:

$$[h_1] = \left(1 - \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}\right) \cdot \text{м} = \text{м}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$h_1 = \left(1 - \frac{900}{1000}\right)0,2 = 0,02 \text{ (м)}.$$

Якщо на крижину стане хлопець масою m , то крижина зануриться у воду ще на Δh , отже, виникне додаткова архімедова сила $\Delta F_A = mg$. Таким чином, $\rho_B g S \Delta h = mg$, звідки

$$\Delta h = \frac{m}{\rho_B S}.$$

Перевіримо одиниці: $[\Delta h] = \frac{\text{кг}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^2} = \text{м}.$

Визначимо значення Δh : $\Delta h = \frac{50}{1000 \cdot 10} = 0,005 \text{ (м)}.$

Оскільки $\Delta h < h_1$, крижина не зануриться у воду повністю.

Відповідь: $h_1 = 2 \text{ см}$, $h_2 = 1,5 \text{ см}.$

Задача 2. Повітряну кулю об'ємом 500 м^3 наповнено гарячим повітрям, густина якого дорівнює $0,9 \text{ кг/м}^3$. Маса оболонки з гондолою становить 100 кг . Обчисліть вантажність кулі. Густина холодного повітря ззовні кулі дорівнює $1,3 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

$$V = 500 \text{ м}^3$$

$$m = 100 \text{ кг}$$

$$\rho_1 = 0,9 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 1,3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$F = ?$

Розв'язання

У холодному повітрі на кулю діє виштовхувальна сила $F_A = \rho_2 g V$.

Сила тяжіння, що діє на повітря всередині кулі, оболонку та гондолу:

$$F_{\text{тяж}} = \rho_1 g V + mg.$$

Різниця цих двох сил становить вантажність кулі:

$$F = F_A - F_{\text{тяж}} = (\rho_2 - \rho_1) g V - mg.$$

Перевіримо одиниці:

$$[F] = \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right) \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м}^3 - \text{кг} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \text{Н}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$F = (1,3 - 0,9) \cdot 500 \cdot 10 - 100 \cdot 10 = 1000 \text{ (Н)}.$$

Відповідь: $F = 1 \text{ кН}.$

21.10. Як відомо, у воді залізний обух сокири тоне. Натомість залізні судна не тільки не тонуть, а й можуть перевозити вантажі. Чим пояснюється ця відмінність?

- 21.11.** Як поводитиметься сталева каструля, яка плаває на поверхні води, якщо її повністю занурити у воду? Чи зміниться відповідь, якщо воду замінити на ртуть?
- 21.12.** Дерев'яну кулю опустили в акваріум із водою. Як зміниться рівень води в акваріумі, якщо цю кулю замінити на суцільну металеву того самого розміру?
- 21.13.** Судно переходить з моря в річку, не заходячи в порт. Чи зміниться виштовхувальна сила, яка діє на судно? осадка судна?
- 21.14.** Дерев'яну кульку поклали спочатку у відро з водою, а потім — у відро з мастилом. Чи однакова виштовхувальна сила діє на кульку у воді й мастилі?
- 21.15.** Соснова дошка завтовшки 8 см плаває у воді. На скільки вона виступає над водою?
- 21.16.** Крижина плаває у воді, виступаючи на 4 см. Визначте товщину крижини.
- 21.17.** Чи може сосновий брусок розмірами $30 \times 20 \times 10$ см плавати у ванні, якщо товщина шару води дорівнює 2 см? 5 см? 8 см?
- 21.18.** Алюмінієва кулька плаває у ртуті, а кулька із сухої сосни — у воді. Яка з кульок виступає над рівнем рідини на більшу висоту, якщо радіуси кульок однакові?
- 21.19.** Повітряна куля загальною масою 600 кг і об'ємом 800 м^3 піднялася на певну висоту. Якою є густина повітря на цій висоті?
- 21.20.** Повітряна куля об'ємом 1200 м^3 піднялася на висоту, де густина повітря становить $0,75 \text{ кг/м}^3$. Якою є загальна маса кулі?

3-й рівень складності

- 21.21. Виготовляючи цукровий сироп для підкорму бджіл, пасічник для контролю густини сиропу використовує сиру картоплину. Поясніть, як він це робить.
- 21.22. У склянці з водою плавають крижинки. Чи зміниться рівень води у склянці, коли крижинки розтануть?
- 21.23. У каструлю з водою опустили порожній кухоль. Чи зміниться рівень води в каструлі, якщо кухоль потоне?
- 21.24. Для вимірювання густини рідини використовують спеціальний прилад — ареометр (див. рисунок). Поясніть принцип його роботи. Навіщо в нижній частині ареометра розташований важкий баласт, а верхня частина приладу дуже вузька?



- 21.25. Скільки туристів можуть переправитися через озеро на плоті, який зроблено із 20 соснових колод завдовжки 4 м і завтовшки 20 см? Вважайте, що маса кожного туриста становить 70 кг.

21.26. Щоб підняти затонулі судна, використовують металеві понтони. Понтони занурюють у воду, прив'язують міцними тросами до затонулого судна і за допомогою компресора накачують повітрям. Вони спливають і піднімають судно. Якою може бути максимальна маса сталевого корпусу судна, якщо для його підняття використовують 24 понтони? Маса кожного понтона з повітрям становить 100 кг, об'єм — 2 м³.

21.27. Баржу завели в порт і зняли вантаж масою 500 т. Як змінилася осадка баржі? Площа перерізу баржі на рівні ватерлінії дорівнює 10³ м².

21.28. Теплохід прийняв на борт 250 пасажирів. На скільки збільшилася після цього його осадка? Площа перерізу теплохода на рівні ватерлінії дорівнює 750 м². Вважайте, що середня маса пасажирів становить 60 кг.

21.29. Капітан наказав виміряти осадку судна, що йшло за течією річки. Коли в річковому порту біля гирла на судно помістили додатковий вантаж масою 900 т і воно перейшло з річки в море, осадка судна виявилася такою самою. Визначте водотоннажність судна під час руху річкою.

21.30. Повітряна куля об'ємом 600 м³ натягує причальний трос. Якщо кулю звільнити від троса, вона піднімається до висоти, де густина повітря становить половину від густини на рівні землі. З якою силою куля натягує причальний трос?

21.31. У скільки разів густина теплого повітря всередині повітряної кулі має бути меншою від густини навколишнього повітря, щоб куля могла піднятися? Об'єм кулі становить 700 м³, маса оболонки й вантажу — 200 кг.

Задачі для допитливих

- 21.32. Порожниста мідна куля діаметром 25 см плаває на поверхні води, занурившись наполовину. Якою є товщина стінок кулі?
- 21.33. Повітряна куля, яка повністю наповнена воднем, піднялася на висоту 6 км. Водень у кулі замінили на гелій. На яку висоту підніметься куля? Вважайте, що зі збільшенням висоти на кожний метр зменшення густини повітря є однаковим. Масою оболонки та вантажу знехтуйте.
- 21.34. З пінопластового плотика в басейн стрибає хлопець. Як зміниться рівень води в басейні? А як він зміниться, якщо з плотика в басейн кинути важкий камінь?
- 21.35. Чи може циліндр масою 200 г і об'ємом 400 см^3 плавати в циліндричній склянці, що містить 100 г води?
- 21.36. Рене Декарту приписують створення фізичної іграшки «картезіанський водолаз». Сучасний аналог цієї іграшки можна виготовити самостійно: у закорковану пластикову пляшку з водою помістити відкритим кінцем униз невелику пробірку, частково заповнену водою (див. рисунок). Натискаючи на стінки пляшки, можна примусити «водолаза» занурюватися (послаблення тиску спричиняє спливання «водолаза»). Поясніть дію іграшки.

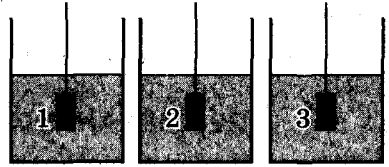


- 21.37. У посудину поверх ртуті налили воду і в цю рідину кинули маленьку олов'яну кульку. Яка частина кульки буде у воді?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. У воду опустили три металеві циліндри однакового об'єму: 1 — мідний, 2 — сталевий, 3 — алюмінієвий (див. рисунок). Порівняйте архімедові сили F_1 , F_2 і F_3 , що діють на циліндри.



А $F_1 > F_2 > F_3$

В $F_1 = F_2 = F_3$

Б $F_1 < F_2 < F_3$

Г $F_1 < F_3 < F_2$

2. Тіло об'ємом 400 см^3 повністю занурене в гас. З боку гасу на тіло діє архімедова сила:

А 2,0 Н

Б 3,2 Н

В 20 Н

Г 32 Н

3. Чавунний брусок масою 700 г, підвішений до динамометра, повністю занурений у воду. Яку силу показує динамометр?

А 3 Н

Б 4 Н

В 6 Н

Г 7 Н

4. На поверхні озера плаває крижина. Архімедова сила, що діє на крижину:

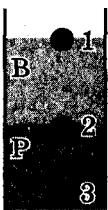
А більша за силу тяжіння, що діє на неї

Б дорівнює силі тяжіння, що діє на неї

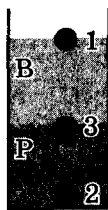
В менша від сили тяжіння, що діє на неї

Г більша за вагу води в об'ємі зануреної частини крижини

5. У посудину, що містить ртуть Р і воду В, опустили три кульки: 1 — соснову, 2 — золоту, 3 — свинцеву. У якому з випадків А–Г правильно показано розташування кульок у посудині?



А



Б



В



Г

6. Річкова баржа на рівні ватерлінії має площу горизонтального перерізу 2000 м^2 . На скільки збільшиться осадка баржі, якщо на борт буде прийнято вантаж масою 50 т?

А На 2,5 см

Б На 4 см

В На 5 см

Г На 10 см

РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ

22. МЕХАНІЧНА РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ

1-й рівень складності

- 22.1. На тіло діє сила, але тіло під дією цієї сили не рухається. Чи виконує сила роботу?
- На столі лежить книжка. Зобразіть на рисунку сили, що діють на цю книжку. Чи виконують ці сили роботу?
- 22.3. По поверхні стола за допомогою горизонтальної пружини рівномірно тягнуть брусок. Зобразіть на рисунку сили, що діють на брусок. Які з них виконують додатну роботу? від'ємну роботу?
- 22.4. Шайбу штовхнули по льодовому майданчику, а через певний час під дією сили тертя вона зупинилася. Чи виконала сила тертя роботу? Якщо виконала, то яку — додатну чи від'ємну?
- По поверхні парти за допомогою горизонтальної пружини рівномірно тягнуть брусок, прикладаючи силу 2 Н. Брусок просунувся на відстань 50 см. Яку роботу виконала при цьому сила пружності пружини?
- 22.6. Яку роботу виконала горизонтальна сила 5 кН, яку прикладено до візка, якщо візок під дією цієї сили пройшов шлях 150 м?
- 22.7. Першого разу хлопчик піднявся сходами на свій поверх повільним кроком, а другого разу — бігом. Чи однакові роботи при цьому було виконано? Чи однакові потужності розвивав хлопчик?

- 22.8. Першокласник і семикласник наперегони підняли-ся сходами на другий поверх школи і фінішували одночасно. Чи однакові роботи виконали учні? Чи однакові потужності вони розвивали?

Визначте потужність механізму, що виконує роботу 800 Дж за 20 с.

- 22.10. Визначте потужність механізму, що виконує роботу 5 кДж за 25 с.

- 22.11. Яку роботу виконує механізм потужністю 40 Вт за 50 с?

2-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Із дна озера піднімають бетонну балку розмірами $40 \times 50 \times 75$ см. Яку мінімальну роботу потрібно при цьому виконати, якщо глибина озера дорівнює 12 м? Опором води знехтуйте.

Дано:

$$a = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

$$b = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$c = 75 \text{ см} = 0,75 \text{ м}$$

$$\rho_6 = 2200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_в = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$h = 12 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$A = ?$

Розв'язання

Обчислимо силу, яку потрібно прикласти до балки, щоб піднімати її у воді:

$$F = mg - F_A = gabc(\rho_6 - \rho_в).$$

Для обчислення роботи цієї сили скористаємося формулою $A = Fh = gabc(\rho_6 - \rho_в)h$.

Перевіримо одиниці:

$$[A] = \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$A = 10 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,75 \cdot (2200 - 1000) \cdot 12 = 21\,600 \text{ (Дж)}.$$

Відповідь: $A = 21,6 \text{ кДж}$.

Задача 2. Створений в Україні важкий літак Ан-124 «Руслан» є найбільшим у світі серійним літаком. Сила тяги кожного з його чотирьох двигунів становить 250 кН. Яку загальну потужність розвивають двигуни, коли літак летить зі швидкістю 810 км/год?

Дано:

$$n = 4$$

$$F = 250 \text{ кН} = 250\,000 \text{ Н}$$

$$v = 810 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 225 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$N = ?$

Розв'язання

За час t літак пролітає відстань

$$l = vt.$$

Його двигуни за цей час виконують роботу

$$A = nFl = nFvt.$$

Загальна потужність двигунів $N = \frac{A}{t} = \frac{nFvt}{t} = nFv.$

Перевіримо одиниці: $[N] = \text{Н} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = \text{Вт}.$

Визначимо значення шуканої величини:

$$N = 4 \cdot 250\,000 \cdot 225 = 225\,000\,000 \text{ (Вт)}.$$

Відповідь: $N = 225 \text{ МВт}.$

- 22.12.** Чи виконує сила тяжіння роботу над хокейною шайбою, коли та ковзає по льодовому майданчику?
- 22.13.** Супутник летить по коловій орбіті з незмінною швидкістю. Чи виконує роботу сила тяжіння Землі?
- 22.14.** Чи може сила тертя спокою виконати роботу? Якщо може, то наведіть приклади.
- 22.15.** З шахти завглибшки 600 м піднімають кліть із шахтарями. Маса кліті з людьми становить 1,5 т. Яку роботу потрібно при цьому виконати?
- 22.16.** З висоти 20 м падає яблуко масою 200 г. Яку роботу виконує при цьому сила тяжіння?
- 22.17.** Яку силу потрібно прикласти до тіла у напрямку руху, щоб виконати роботу 40 кДж на шляху 200 м?
- 22.18.** Тіло падає з висоти 40 м. Сила тяжіння при цьому виконує роботу 2 кДж. Якою є маса тіла?

Сила 100 Н, що діє на тіло, виконала роботу 500 Дж. На яку відстань у напрямку дії сили перемістилося тіло?

22.20. Сила тяжіння 12 Н, що діяла на камінь під час його падіння, виконала роботу 240 Дж. З якої висоти падав камінь?

22.21. Людина піднімає відро з водою. Як потрібно змінити потужність, яку розвиває людина, щоб швидкість, з якою піднімається відро, була вдвічі більшою?

22.22. Ескалатором піднімаються двоє. Одна людина при цьому стоїть, друга такої самої маси — йде сходами вгору з незмінною швидкістю. Піднімаючи першу чи другу людину, ескалатор виконав більшу роботу?

22.23. У якому випадку двигуни літака мають розвинути більшу потужність: під час зльоту чи горизонтального польоту з незмінною швидкістю?

Механізм за 2 год виконав роботу 720 кДж. Яку потужність розвивав механізм?

22.25. Яку потужність розвиває двигун вантажівки, якщо за 4 год виконує роботу 1440 МДж?

За який час вантажівка виконає роботу 250 МДж, якщо вона розвиває потужність 100 кВт?

22.27. За який час трактор з потужністю двигуна 75 кВт виконає роботу 540 МДж?

Потяг «Інтерсіті» на ділянці Харків — Полтава за сили тяги 59 кН розігнався до швидкості 160 км/год. Визначте, яку потужність розвивав потяг.

22.29. Показаний на рисунку швидкісний потяг TGV (Франція) розвинув швидкість руху 575 км/год. Якою є потужність його двигунів, якщо сила опору рухові за такої швидкості руху становить 115 кН?



22.30. Яку потужність має кожний двигун двомоторного літака, якщо під час його польоту зі швидкістю руху 540 км/год сила опору рухові становить 1,6 кН?

22.31. Автомобіль рухається дорогою зі швидкістю 180 км/год. Визначте силу опору рухові, якщо потужність, яку розвиває двигун автомобіля, становить 75 кВт.

22.32. Двигун трактора, що оре поле зі швидкістю 7,2 км/год, розвиває потужність 100 кВт. Чому дорівнює сила опору рухові трактора?

22.33. Двигуни корабля розвивають потужність 2 МВт. Визначте швидкість руху корабля, якщо сила опору води дорівнює 200 кН.

22.34. Будівельник за мотузку піднімає відро з бетонним розчином, прикладаючи силу 250 Н. З якою швидкістю він тягне мотузку, якщо за 1 хв виконує роботу 3 кДж?

3-й рівень складності

22.35. Наведіть приклади, коли тіло рухається, а робота не виконується.

Під час накачування шини поршень насоса за один хід виконує роботу 80 Дж. Який тиск повітря (понад атмосферний) створює поршень, якщо його площа дорівнює 20 см^2 , а хід становить 40 см?

22.37. Більший поршень гідравлічного преса під час стискання заготовки на 2 см виконав роботу 80 кДж. Яким є тиск мастила всередині преса, якщо площа більшого поршня дорівнює 4000 см^2 ?

Для підняття з дна озера до поверхні води мармурової колони масою 3,78 т було виконано роботу 95,2 кДж. Визначте глибину озера.

22.39. Зламаний автомобіль тягнуть на буксирі з незмінною швидкістю, прикладаючи силу 20 кН. Щохвилини сила натягу горизонтального буксирного троса виконує роботу 10 МДж. З якою швидкістю тягнуть автомобіль?

Чи збільшиться швидкість руху судна вдвічі, якщо збільшити потужність двигунів у 2 рази? Обґрунтуйте свою відповідь.

22.41. Судно на підводних крилах має двигуни тієї самої потужності, що й звичайне судно, але рухається набагато швидше. Чому?

22.42. Щохвилини будівельник піднімає і кладе на висоту 1,5 м 40 цеглин масою 3,2 кг кожна. Яку середню потужність він розвиває?

З колодязя завглибшки 3,5 м щохвилини насос подає 60 л води в бак, який розташовано на висоті 2,5 м. Яку потужність розвиває насос? Який мінімальний тиск він має створювати?

22.44. Пожежний насос розвиває потужність 10 кВт. На яку висоту цей насос може підняти 600 л води щохвилини? Який тиск він при цьому забезпечує?

Локомотив тягне вантажний потяг масою 5000 т горизонтальною ділянкою дороги. Яку потужність розвиває локомотив, якщо швидкість його руху становить 54 км/год? Сила опору рухові дорівнює 0,002 ваги потяга.

22.46. Потяг якої маси може тягти зі швидкістю 72 км/год горизонтальною ділянкою дороги локомотив, що розвиває потужність 2 МВт? Сила опору рухові дорівнює 0,0015 ваги потяга.

Задачі для допитливих

22.47. Пружину динамометра жорсткістю 40 Н/м розтягли силою 4 Н. Яку роботу при цьому було виконано?

22.48. Пружину стиснуто силою 100 Н на 1 см. Яку роботу треба виконати, щоб стиснути пружину ще на 1 см?

22.49. З дошки витягують забитий цвях. Яку роботу при цьому потрібно виконати? Товщина дошки дорівнює 50 мм, довжина цвяха — 15 см. Спочатку до цвяха потрібно прикладати силу 40 Н.

22.50. На дні озера завглибшки 4 м вертикально стоїть циліндрична мармурова колона, яка має висоту 2 м і масу 1 т. Яку мінімальну роботу потрібно виконати, щоб підняти її на катер, який має висоту борта 2 м? Колону весь час піднімають вертикально.

22.51. Електродвигун приєднано до коловорота, на який намотується ланцюг завдовжки 20 м і масою 400 кг. За який час ланцюг намотається на коловорот, якщо потужність електродвигуна є незмінною і дорівнює 800 Вт?

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. У якому випадку сила тяжіння виконує роботу?

- А Залізничний вагон рухається горизонтальною ділянкою колії.
- Б Ліфт із пасажирами рухається із сьомого поверху на перший.
- В Автомобіль збільшує швидкість руху на горизонтальній дорозі.
- Г Штангіст утримує над головою нерухому важку штангу.

2. Хлопчик тягне по столу іграшковий автомобіль за допомогою горизонтальної мотузки. Від'ємну роботу при цьому виконує:

- А сила тяжіння
- Б сила натягу мотузки
- В сила реакції стола
- Г сила тертя з боку стола

3. Камінь масою 1,5 кг падає з висоти 6 м. Сила тяжіння виконує при цьому роботу:

- А 4 Дж
- Б 25 Дж
- В 40 Дж
- Г 90 Дж

4. Підйомник на будівельному майданчику піднімає бак із бетоном масою 2,4 т на висоту 40 м за 0,5 хв. Потужність підйомника дорівнює:

- А 32 кВт
- Б 48 кВт
- В 192 кВт
- Г 288 кВт

5. Тягач перемістив бетонний блок масою 300 кг на 60 м горизонтальною поверхнею. Яку роботу при цьому виконано, якщо сила тертя становила 0,25 від ваги блока?

- А 20 кДж
- Б 45 кДж
- В 125 кДж
- Г 180 кДж

6. Щохвилини з греблі гідроелектростанції падає вода об'ємом 600 м³. Висота греблі дорівнює 8 м. Потік води розвиває потужність:

- А 48 кВт
- Б 80 кВт
- В 480 кВт
- Г 800 кВт

23. МЕХАНІЧНА ЕНЕРГІЯ. ПЕРЕТВОРЕННЯ МЕХАНІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1-й рівень складності

23.1. Чи змінюється механічна енергія тіла, якщо сила, яку прикладено до нього, виконує роботу?

Ящик на складі перенесли з підлоги на полицю стелажа. Чи змінилася потенціальна енергія ящика?

23.3. Хлопчик підняв портфель з підлоги і поставив на парту. При цьому він виконав роботу 40 Дж. Як змінилася потенціальна енергія портфеля?

Кидаючи м'яч, хлопчик виконав роботу 20 Дж. Якої кінетичної енергії набув м'яч?

23.5. Автомобіль розганяється на горизонтальній ділянці дороги. Чи виконується при цьому механічна робота? Як змінюється кінетична енергія автомобіля? потенціальна енергія?

23.6. Футбольний м'яч має кінетичну енергію 100 Дж. Яку механічну роботу він може виконати?

Волейбольний м'яч після удару злетів угору. Які перетворення енергії відбулися під час польоту?

23.8. Тенісна кулька падає на стіл і, відскочивши від нього, піднімається на початкову висоту. Які перетворення енергії при цьому відбуваються?

Цеглини, які підняли із землі на висоту 1,5 м, набули потенціальної енергії 900 Дж. Визначте масу цеглин.

23.10. Яблуко масою 300 г висить на гілці на висоті 2 м. Яку роботу воно може виконати під час падіння?

23.11. Груша масою 200 г висить на гілці на висоті 2 м. Яку потенціальну енергію має груша? Якої максимальної кінетичної енергії набуде, коли падатиме на землю? У який момент це відбудеться?

Яку кінетичну енергію має сталева кулька масою 100 г, що рухається зі швидкістю 25 м/с?

23.13. Автомобіль масою 2 т розігнався до швидкості 108 км/год. Яку кінетичну енергію він набув? Яку роботу виконала сила, що розганяла автомобіль?

2-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. На відрізку дороги автомобіль масою 1,5 т розганяється від 36 до 72 км/год. Яку роботу виконала сила, що розганяла автомобіль?

Дано:

$$m = 1,5 \text{ т} = 1500 \text{ кг}$$

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

$$v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

А — ?

Розв'язання

Робота сили, що розганяє автомобіль, спричиняє збільшення його кінетичної енергії:

$$A = W_{к2} - W_{к1} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2).$$

Перевіримо одиниці*:

$$[A] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \right) = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = \text{Дж}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$A = \frac{1500}{2} \cdot (400 - 100) = 225\,000 \text{ (Дж)}.$$

Відповідь: $A = 225 \text{ кДж}$.

Задача 2. З висоти 24 м** падає металева куля. На якій висоті кінетична енергія кулі стане вдвічі більшою за потенціальну і яку швидкість руху куля матиме в цю мить? Опором повітря знехтуйте.

* Оскільки формула кінетичної енергії $W = \frac{mv^2}{2}$, то між одиницями величин є таке співвідношення: $\text{Дж} = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$.

** Тут і далі за нульовий рівень узято рівень поверхні Землі, якщо в умові не зазначено інше.

Дано:

$$h = 24 \text{ м}$$

$$W_{\text{к1}} = 2W_{\text{п1}}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$h_1 = ?$$

$$v_1 = ?$$

Розв'язання

За відсутності опору повітря механічна енергія кулі зберігається. У початковий момент куля мала тільки потенціальну енергію $W_{\text{п}}$, під час падіння відбувається перетворення потенціальної енергії на кінетичну. Отже, $W_{\text{п}} = W_{\text{к1}} + W_{\text{п1}}$, звідки $W_{\text{п}} = 3W_{\text{п1}}$.

Таким чином, $mgh = 3mgh_1$. Остаточню отримуємо:

$$h_1 = \frac{h}{3}$$

За умовою кінетична енергія кулі $W_{\text{к1}} = \frac{mv_1^2}{2} = 2mgh_1 = \frac{2}{3}mgh$, звідки $v_1 = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$.

Перевіримо одиниці (врахуємо, що $[g] = \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$):

$$[h_1] = \text{М}, [v_1] = \sqrt{\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot \text{М}} = \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

Визначимо значення шуканих величин:

$$h_1 = \frac{24}{3} = 8 \text{ (м)}, v_1 = 2\sqrt{\frac{10 \cdot 24}{3}} = 18 \left(\frac{\text{М}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $h_1 = 8 \text{ м}$, $v_1 = 18 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

- 23.14. Чи змінюється потенціальна енергія крижинки, яка зісковзує з льодової гірки? пливе на поверхні води в струмку?
- 23.15. Як змінюється кінетична енергія автомобіля, коли він розганяється? гальмує? Чи виконує при цьому роботу сила тяжіння? Розгляньте випадки, коли автомобіль рухається горизонтальною та похилою ділянками дороги.
- 23.16. Ракета стартує з космодрому. Як змінюються потенціальна і кінетична енергії ракети? Чи зберігається її механічна енергія? Обґрунтуйте свою відповідь.
- 23.17. Під дією горизонтальної сили 400 Н тіло розганялося на горизонтальній ділянці завдовжки 400 м. Якої кінетичної енергії воно набуло?

Хлопчик на санчатах з'їхав з крижаної гірки, виїхав на тротуар і зупинився. Які перетворення енергії при цьому відбулися?

23.19. Угору кинули камінь зі швидкістю 20 м/с. З більшою чи меншою швидкістю руху камінь упаде на землю? Розгляньте випадки, коли опору повітря немає і коли він є.

Визначте потенціальну енергію пружини жорсткістю 60 Н/м, стисненої на 5 см.

23.21. Визначте потенціальну енергію пружини жорсткістю 40 Н/м, розтягнутої на 6 см.

Футбольний м'яч масою 440 г влітає після удару у ворота на висоті 1,8 м зі швидкістю 8 м/с. Визначте механічну енергію м'яча в цей момент.

23.23. Птах масою 600 г летить на висоті 14 м зі швидкістю 6 м/с. Визначте механічну енергію птаха в цей момент.

Автомобіль масою 1,5 т розігнався на горизонтальній ділянці дороги завдовжки 200 м до швидкості 72 км/год. Обчисліть силу, яка розганяла автомобіль.

23.25. Під дією певної сили камінь масою 2 кг пройшов відстань 10 м і набрав швидкість 10 м/с. Визначте значення сили.

Підйомник виконав роботу 2,8 кДж, рівномірно піднімаючи вантаж 70 кг. На яку висоту було піднято вантаж? Як змінилася потенціальна енергія вантажу?

23.27. Ескалатор підняв людину масою 80 кг і виконав при цьому роботу 4,8 кДж. На яку висоту було піднято людину? Як змінилася потенціальна енергія людини?

23.28. Потенціальна енергія яблука, що висіло на гілці, становила 8 Дж. Яблуко відірвалось і впало на землю. Визначте кінетичну енергію яблука в момент, коли його потенціальна енергія дорівнювала 5 Дж. Опором повітря знехтуйте.

23.29. Футбольний м'яч після удару набув кінетичної енергії 60 Дж. У верхній точці траєкторії кінетична енергія м'яча зменшилася до 25 Дж. Визначте потенціальну енергію м'яча в цій точці. Опором повітря знехтуйте.

23.30. Тіло падає з висоти 40 м. На якій висоті потенціальна і кінетична енергії тіла зрівняються? Опором повітря знехтуйте.

23.31. Камінь відпускають без початкової швидкості з висоти 20 м. На якій висоті його кінетична енергія стане в 3 рази більшою за потенціальну? Опором повітря знехтуйте.

3-й рівень складності

23.32. Повітряна куля злітає. Які перетворення енергії при цьому відбуваються? За рахунок якої енергії виконується робота з підняття кулі?

23.33. Кулька, яку підвішено на нитці, здійснює коливання. Які зміни енергії при цьому відбуваються? Чи виконує роботу сила натягу нитки? сила тяжіння?

23.34. Характеризуючи автомобілі, обов'язково зазначають витрати пального на 100 км шляху у двох випадках: під час руху в місті та з незмінною швидкістю по трасі. Чому в місті витрати пального є значно вищими?

23.35. Хлопчик піднімає сумку масою 5 кг на висоту 1,5 м. Яку роботу він при цьому виконує, якщо прикладе на до сумки сила дорівнює 50 Н? 100 Н? Які зміни енергії відбуваються при цьому?

23.36. Літак після зльоту піднімається на висоту 11 км і рухається зі швидкістю 900 км/год. Порівняйте потенціальну і кінетичну енергії, яких набув літак.

Вертикально вгору кидають камінь. Порівняйте кінетичну і потенціальну енергії каменя на висоті, на якій швидкість його руху зменшилася на чверть.

23.38. З рушниці вертикально вгору стріляють кулею, що має швидкість руху 200 м/с. На деякій висоті швидкість її руху зменшилася до 50 м/с. Яка енергія кулі на цій висоті є більшою: потенціальна чи кінетична? у скільки разів? Опором повітря знехтуйте.

23.39. Вертикально вгору стріляють із рушниці. Початкова швидкість руху кулі v . На якій висоті h швидкість руху кулі зменшиться у 2 рази? Опором повітря знехтуйте.

23.40. Іграшковий пістолет з пружиною жорсткістю 400 Н/м, яка стиснута на 5 см, викидає вертикально вгору кульку масою 50 г. На яку висоту підскачить кулька? Опором повітря знехтуйте.

Задачі для допитливих

23.41. Підвал має форму куба з довжиною ребра 4 м. Підвал залило водою на $3/4$ його висоти. Для відкачування води використовують насос незмінної потужності 1 кВт. За який час цей насос відкачає воду?

23.42. Будівельник складає цегляну стінку, висота якої має становити 24 цеглини, ширина — 40 цеглин. Яку мінімальну роботу при цьому виконає будівельник, якщо цеглина має розміри $250 \times 120 \times 65$ мм і масу 3,2 кг? Розгляньте випадки різного початкового розташування цеглин.

23.43. Порівняйте час піднімання підкинутого вгору тіла і час його руху вниз. Розгляньте два випадки: а) тіло підкинули з поверхні Землі; б) тіло підкинули з поверхні Місяця.

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

- Тіло зісковзує вниз похилою площиною з незмінною швидкістю. Як змінюються потенціальна та кінетична енергії тіла?
А Потенціальна енергія зменшується, кінетична збільшується
Б Потенціальна енергія зменшується, кінетична не змінюється
В Потенціальна енергія збільшується, кінетична зменшується
Г Потенціальна енергія збільшується, кінетична не змінюється
- Повітряна куля масою 200 кг піднялася на висоту 1,5 км. Відносно землі її потенціальна енергія дорівнює:
А 300 Дж
Б 3 кДж
В 300 кДж
Г 3 МДж
- Автомобіль масою 1,8 т розігнався до швидкості 72 км/год. Його кінетична енергія дорівнює:
А 4,5 кДж
Б 360 кДж
В 720 кДж
Г 4,5 МДж
- Волейбольний м'яч пролітає над сіткою, маючи кінетичну енергію 25 Дж і потенціальну енергію 8 Дж. Визначте кінетичну енергію м'яча безпосередньо перед ударом об майданчик. Опором повітря знехтуйте.
А 9 Дж
Б 17 Дж
В 33 Дж
Г 41 Дж
- Тіло підкинули вгору, надавши йому швидкості руху 8 м/с. Тіло підніметься до висоти:
А 3,2 м
Б 4,0 м
В 6,4 м
Г 8,0 м
- Тіло падає з висоти 17 м. Визначте швидкість його руху на висоті 12 м. Опором повітря знехтуйте.
А 5 м/с
Б 8 м/с
В 10 м/с
Г 29 м/с

24. МОМЕНТ СИЛИ. УМОВИ РІВНОВАГИ ВАЖЕЛЯ. БЛОКИ*

1-й рівень складності

24.1. До лівого плеча важеля завдовжки 20 см прикладено вертикально вниз силу 60 Н. Яку силу прикладено вертикально вниз до правого плеча, довжина якого дорівнює 30 см? Важіль перебуває в рівновазі.

24.2. Важіль має плечі завдовжки 50 і 90 см. Більша з двох сил, що діють на важіль, дорівнює 180 Н. Чому дорівнює друга сила, якщо важіль перебуває в рівновазі?

До лівого плеча важеля завдовжки 50 см прикладено вертикально вниз силу 120 Н. Визначте довжину правого плеча, якщо до нього прикладено вертикально вниз силу 300 Н. Важіль перебуває в рівновазі.

24.4. До кінців важеля прикладено вертикально вниз сили 150 і 250 Н. Коротке плече важеля дорівнює 30 см. Якою є довжина довгого плеча? Важіль перебуває в рівновазі.

24.5. Вага вантажу 2 (див. рисунок) дорівнює 40 Н. Якою є вага вантажу 1? Важіль перебуває в рівновазі.

24.6. Маса вантажу 1 (див. рисунок) дорівнює 5 кг. Якою є маса вантажу 2? Важіль перебуває в рівновазі.



До задачі 24.5

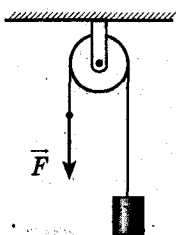


До задачі 24.6

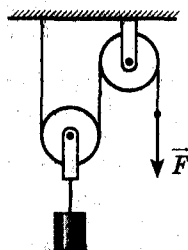
24.7. З якою метою використовують нерухомі блоки? Чи дають вони вигравш у силі? Наведіть приклади їхнього застосування.

* В усіх задачах цього параграфу вважайте, що важелі горизонтальні, тертя в осях блоків відсутнє, а вагою важелів, блоків, мотузок, канатів тощо знехтуйте, якщо в умові не зазначено інше.

- 24.8. З якою метою використовують рухомі блоки? Чи дають вони вигреш у силі? Наведіть приклади їхнього застосування.
- 24.9. З якою метою рухомий блок зазвичай використовують у комбінації з нерухожим?
- 24.10. Яку силу F треба прикласти, щоб підняти вантаж масою 70 кг за допомогою блока, який зображено на рисунку?
- 24.11. Вантаж підняли на 2 м за допомогою блока, який зображено на рисунку. На скільки опустився лівий кінець мотузки?
- 24.12. Який вигреш у силі дає система блоків, яку зображено на рисунку?
- 24.13. Яку силу F потрібно прикласти до вільного кінця мотузки (див. рисунок), якщо вага вантажу становить 400 Н?
- 24.14. На скільки підніметься вантаж (див. рисунок), якщо вільний кінець мотузки опуститься на 72 см?



До задач 24.10, 24.11



До задач 24.12–24.14

2-й рівень складності

Приклад розв'язування задачі

Задача. До важеля підвішено три тягарці (див. рисунок). Чому дорівнює маса тягарця 2, якщо маса тягарців 1 і 3 становить відповідно 4 і 1 кг?



Дано:

$$m_1 = 4 \text{ кг}$$

$$m_3 = 1 \text{ кг}$$

$$l_1 = 4a$$

$$l_2 = 2a$$

$$l_3 = 6a$$

$$m_2 = ?$$

Розв'язання

Оскільки до важеля підвішено три тіла, для розв'язування задачі ми не можемо використати умову рівноваги у вигляді пропорції (умову в такому вигляді можна використовувати у випадку, коли до важеля прикладено дві сили).

Тому скористаємося правилом моментів: $M_1 + M_2 + M_3 = 0$, де $M_1 = m_1gl_1$, $M_2 = -m_2gl_2$, $M_3 = -m_3gl_3$ — моменти сил тяжіння, що діють на тягарці 1, 2 і 3 відповідно (знак «+» або «-» урахує напрямок можливого обертання важеля під дією відповідних сил), а l_1, l_2, l_3 — плечі цих сил (a — довжина «одиночного відрізка» на важелі).

$$\text{Отже, } 4m_1ga - 2m_2ga - 6m_3ga = 0.$$

$$\text{Звідси } m_2 = 2m_1 - 3m_3.$$

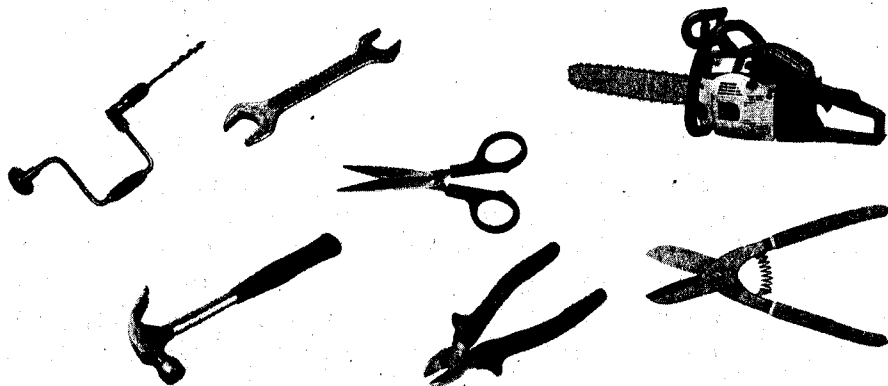
Перевіримо одиниці: $[m_2] = \text{кг} - \text{кг} = \text{кг}$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$m_2 = 2 \cdot 4 - 3 \cdot 1 = 5 \text{ (кг)}.$$

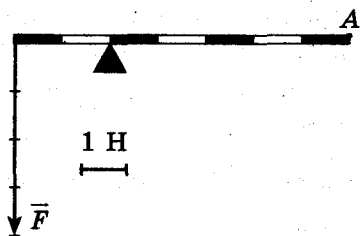
Відповідь: $m_2 = 5 \text{ кг}$.

- 24.15. Які із зображених на рисунках інструментів можна розглядати як різновиди важеля? Зробіть у зошиті схематичні рисунки цих інструментів і вкажіть на них плечі важелів та прикладені сили.

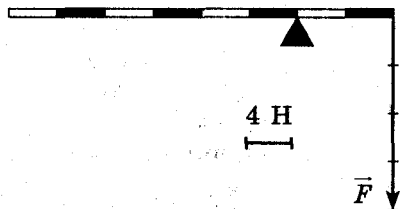


- 24.16. Яку вертикальну силу треба прикласти в точці А (див. рисунок), щоб важіль перебував у рівновазі? Куди має бути напрямлена ця сила?

- 24.17.** У якій точці та в якому напрямку треба прикласти вертикальну силу 8 Н (див. рисунок), щоб важіль перебував у рівновазі?



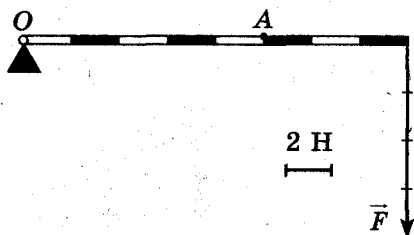
До задачі 24.16



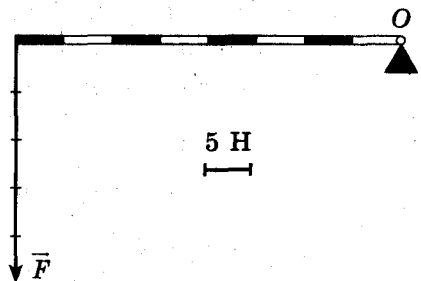
До задачі 24.17

Яку вертикальну силу треба прикласти в точці А (див. рисунок), щоб важіль перебував у рівновазі? Куди має бути напрямлена ця сила? Вісь важеля розташована в точці О.

- 24.19.** У якій точці потрібно прикласти вертикальну силу 50 Н, щоб важіль (див. рисунок) перебував у рівновазі? Куди має бути напрямлена ця сила? Вісь важеля розташована в точці О.



До задачі 24.18

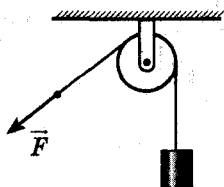


До задачі 24.19

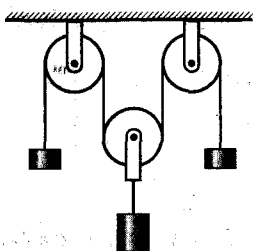
Вантаж рівномірно піднімають за допомогою нерухомого блока (див. рисунок). Порівняйте прикладену силу F з вагою вантажу. Розгляньте випадки, коли в осі блока немає тертя і коли воно існує.

- 24.21.** Вантаж рівномірно опускають за допомогою нерухомого блока (див. рисунок). Порівняйте прикладену силу F з вагою вантажу. Розгляньте випадки, коли в осі блока немає тертя і коли воно існує.

- 24.22. Система блоків перебуває в рівновазі (див. рисунок). Порівняйте вагу центрального і крайніх важків.



До задач 24.20, 24.21



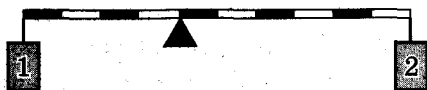
До задачі 24.22

Якою є маса кожного з вантажів, зображених на рисунку, якщо їх загальна маса становить 50 кг?

- 24.24. Якою є маса кожного з вантажів, зображених на рисунку, якщо один із них важчий за інший на 160 Н?



До задачі 24.23



До задачі 24.24

Важіль являє собою невагомий стрижень завдовжки 1,75 м, до кінців якого прикладено вертикально вниз дві сили 300 і 750 Н. Де потрібно встановити підпорку під стрижень, щоб він перебував у рівновазі?

- 24.26. До кінців важеля підвішено два вантажі масами 24 і 9 кг. На якій відстані від середини важеля потрібно розмістити опору, щоб важіль перебував у рівновазі? Довжина важеля дорівнює 165 см.

- 24.27. До кінців важеля прикладено напрямлені вниз сили 36 і 12 Н. Точка опори розташована на 10 см ближче до одного кінця важеля, ніж до іншого. Якою є довжина важеля, якщо він перебуває в рівновазі?

- 24.28. Важіль являє собою легкий стрижень завдовжки 2 м, лівий кінець якого спирається на край стола. На відстані 50 см від краю стола на стрижні висить вантаж масою 50 кг. Де і в якому напрямку потрібно прикласти до важеля вертикальну силу 125 Н, щоб він перебував у рівновазі?

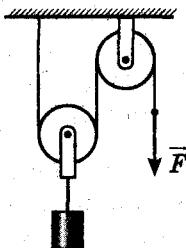
- 24.29. Маса вантажу 2 становить 2 кг, маса вантажу 3 — 6 кг (див. рисунок). Якою є маса вантажу 1, якщо важіль перебуває в рівновазі?



3-й рівень складності

- 24.30. Наведіть приклади природних і штучних важелів, що забезпечують вигреш у відстані й програш у силі.
- 24.31. Якщо ящик підвішено до лівого плеча важеля, то його зрівноважують, підвішуючи до правого плеча вантаж масою 6 кг. Якщо ж ящик підвішено до правого плеча важеля, то його зрівноважують, підвішуючи до лівого плеча вантаж масою 24 кг. Яку масу має ящик?

- 24.32. Яку силу треба прикласти, щоб підняти вантаж масою 75 кг за допомогою рухомого і нерухомого блоків (див. рисунок)? Маса рухомого блока становить 5 кг.

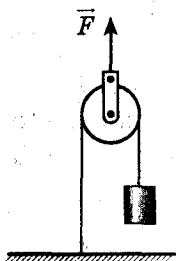


- 24.33. Вантаж якої маси можна підняти за допомогою системи рухомого і нерухомого блоків, прикладаючи силу $F = 150 \text{ Н}$? Маса рухомого блока становить 5 кг.

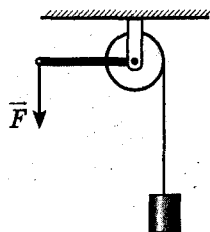
- 24.34. Чи може рухомий блок дати вигреш у переміщенні? Чи буде при цьому вигреш у силі? Відповідь поясніть за допомогою рисунка.

- 24.35.** Вантаж рівномірно піднімають на мотузці, яка перекинута через невагомий рухомий блок (див. рисунок), прикладаючи до осі блока вгору силу $F = 200$ Н. Визначте масу вантажу.

- 24.36.** На рисунку зображено коловорот, що складається з ручки і блока, жорстко з'єднаних між собою. Вантаж якої маси можна піднімати за допомогою цього коловорота, прикладаючи силу $F = 100$ Н? Довжина ручки коловорота в 4 рази більша за радіус блока.

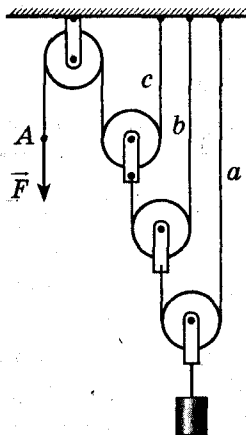


До задачі 24.35



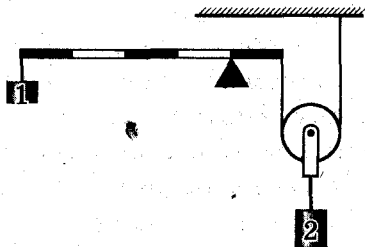
До задачі 24.36

- 24.37.** Зобразіть на рисунку системи блоків, що дають вииграш у силі в 4 рази; у 6 разів.
- 24.38.** Який вииграш у силі дає система блоків, яку показано на рисунку? Чому дорівнює сила натягу мотузки b , якщо маса вантажу становить 40 кг?



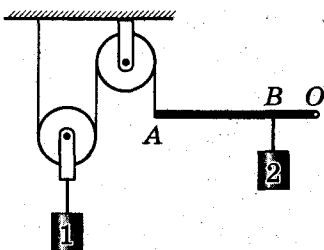
24.39

Точка опори ділить важіль у відношенні 4 : 1 (див. рисунок). Визначте масу вантажу 2, якщо маса вантажу 1 дорівнює 40 кг, а система перебуває в рівновазі.



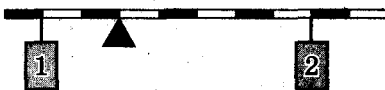
24.40

Важіль, довжина якого дорівнює 90 см (див. рисунок), перебуває в рівновазі. На якій відстані від осі обертання (точки O) підвішено вантаж 2? Маса вантажів $m_1 = 8$ кг і $m_2 = 12$ кг.



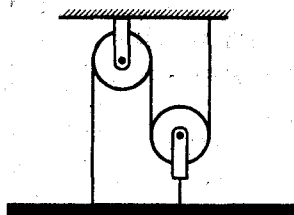
Задачі для допитливих

24.41. Маса вантажу 1 становить 10 кг, маса вантажу 2 — 2 кг (див. рисунок). Якою є маса важеля, якщо він перебуває в рівновазі?

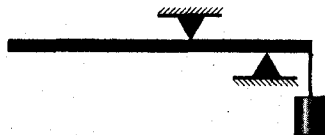


24.42. Щоб виміряти масу лінійки, на один з її кінців поклали тягарець масою 15 г і встановили на круглий олівець, який лежить на столі. Лінійка займає горизонтальне положення і не торкається поверхні стола, відстань від вільного краю лінійки до олівця становить $2/3$ її довжини. Обчисліть масу лінійки.

- 24.43.** Дошка масою 20 кг лежить, спираючись краями на дві підставки. З якими силами діятиме дошка на підставки, якщо на неї поставити відро з фарбою масою 15 кг на відстані, що дорівнює $1/5$ довжини дошки від її середини?
- 24.44.** На вісь нерухомого блока діє сила тертя, момент якої становить $20 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Радіус блока дорівнює 20 см, маса вантажу — 40 кг. З якою силою потрібно тягти мотузку, щоб рівномірно піднімати вантаж? Якою мінімальною силою можна утримувати цей вантаж у спокої?
- 24.45.** Чи можна за допомогою одного рухомого й одного нерухомого блоків отримати вигоду у силі в 4 рази? Відповідь поясніть за допомогою рисунка.
- 24.46.** Однорідний брус завдовжки 1 м підвішено, як показано на рисунку. Ліву нитку закріплено на відстані 30 см від лівого кінця бруса. На якій відстані від правого кінця бруса закріплено праву нитку?
- 24.47.** Горизонтальну балку (див. рисунок), до правого кінця якої підвішено вантаж масою $4m$, вставлено між упорами. Довжина балки L , відстань між упорами l , маса балки m . Як потрібно розташувати балку, щоб на лівий упор діяла сила mg ?



До задачі 24.46



До задачі 24.47

ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

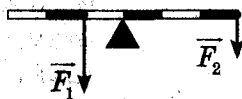
У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Прикладом застосування важеля є:

- А закручування гайки гайковим ключем
- Б свердління отвору в дощці
- В забивання цвяха молотком
- Г накачування м'яча поршневым насосом

2. Важіль (див. рисунок) перебуває в рівновазі під дією двох сил. Модуль сили \vec{F}_1 дорівнює 12 Н. Модуль сили \vec{F}_2 дорівнює:

- А 4 Н
- Б 6 Н
- В 24 Н
- Г 36 Н



3. До кінців легкого горизонтального стрижня завдовжки 80 см підвішено тягарці масами 100 і 400 г. На якій відстані від середини стрижня слід розмістити точку опори, щоб цей важіль перебував у рівновазі?

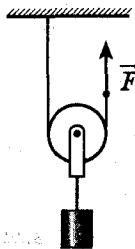
- А 10 см
- Б 16 см
- В 24 см
- Г 30 см

4. Який із важелів є рівноплечим?

- А Ножиці для різання металу
- Б Рукоятка лещат
- В Гострозубці
- Г Шкільні важільні терези

5. Зображений на рисунку рухомий блок:

- А не дає виграшу ані в силі, ані у відстані
- Б дає виграш як у силі, так і у відстані у 2 рази
- В дає виграш у силі і програш у відстані у 2 рази
- Г дає виграш у відстані і програш у силі у 2 рази



6. Застосовуючи три рухомі блоки, можна отримати максимальний виграш у силі:

- А у 2 рази
- Б у 4 рази
- В у 6 разів
- Г у 8 разів

25. ПРОСТІ МЕХАНІЗМИ: КОЕФІЦІЄНТ КОРИСНОЇ ДІЇ

1-й рівень складності

- 25.1. За допомогою важеля отримали виграш у силі в 4 рази. У чому при цьому програли?
- 25.2. Нерухомий блок не дає виграшу в силі. А чи дає він виграш у роботі?
- 25.3. Як відомо, рухомий блок дає виграш у силі у 2 рази. А чи дає він виграш у роботі?
- 25.4. Визначте ККД механізму, якщо корисна робота становить $1/2$ повної (виконаної) роботи; $4/5$ повної роботи.

Прикладаючи силу до довгого плеча важеля, хлопчик виконав роботу 2 кДж. Потенціальна енергія вантажу на короткому плечі важеля збільшилася при цьому на 1,8 кДж. Обчисліть ККД важеля.

- 25.6. За допомогою нерухомого блока маляр підняв відро з фарбою. Обчисліть ККД блока, якщо маляр виконав роботу 3000 Дж, а відро набуло потенціальної енергії 2700 Дж.
- 25.7. Визначте ККД похилої площини, якщо під час її застосування для збільшення потенціальної енергії ящика на 700 Дж довелося виконати роботу 1000 Дж.
- 25.8. Механізм, ККД якого дорівнює 65 %, виконав корисну роботу 52 кДж. Визначте повну (виконану) роботу.
- 25.9. Щоб підняти вантаж за допомогою механізму, ККД якого становить 80 %, людина виконала роботу 50 кДж. На скільки збільшилася потенціальна енергія вантажу?

2-й рівень складності

Приклади розв'язування задач

Задача 1. За допомогою підйомника, що складається з нерухомого і рухомого блоків, піднімають вантаж масою 95 кг. Обчисліть ККД підйомника, якщо маса рухомого блока дорівнює 5 кг. Тертям можна знехтувати.

Дано:

$$m_B = 95 \text{ кг}$$

$$m_6 = 5 \text{ кг}$$

$$\eta = ?$$

Розв'язання

Згідно із визначенням ККД

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{повна}}} \cdot 100 \%$$

Корисна робота дорівнює збільшенню потенціальної енергії вантажу: $A_{\text{кор}} = m_B gh$.

Повна (виконана) робота — це робота з підняття вантажу разом із блоком: $A_{\text{повна}} = (m_B + m_6) gh$.

Остаточно маємо:

$$\eta = \frac{m_B gh}{(m_B + m_6) gh} \cdot 100 \% = \frac{m_B}{m_B + m_6} \cdot 100 \%$$

Перевіримо одиниці: $[\eta] = \frac{\text{кг}}{\text{кг} + \text{кг}} \cdot \% = \%$.

Визначимо значення шуканої величини:

$$\eta = \frac{95}{95 + 5} \cdot 100 = 95 (\%)$$

Відповідь: $\eta = 95 \%$.

Задача 2. По похилих дошках до кузова автомобіля піднімають ящик масою 120 кг, прикладаючи до нього вздовж дощок силу 800 Н. Обчисліть ККД похилої площини, якщо довжина дощок дорівнює 2 м, а висота кузова — 1 м.

Дано:

$$m = 120 \text{ кг}$$

$$F = 800 \text{ Н}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

$$h = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\eta = ?$$

Розв'язання

Згідно із визначенням ККД

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{повна}}} \cdot 100 \%$$

Корисна робота дорівнює збільшенню потенціальної енергії ящика: $A_{\text{кор}} = mgh$.

Повна (виконана) робота — це робота сили, яка прикладена до ящика: $A_{\text{повна}} = Fl$.

Остаточно маємо: $\eta = \frac{mgh}{Fl} \cdot 100 \%$.

Перевіримо одиниці: $[\eta] = \frac{\text{кг} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{кг}} \cdot \% = \%.$

Визначимо значення шуканої величини:

$$\eta = \frac{120 \cdot 10 \cdot 1}{800 \cdot 2} \cdot 100 = 75 (\%).$$

Відповідь: $\eta = 75 \%$.

25.10. За допомогою невагомого важеля на висоту 25 см піднімають вантаж масою 100 кг, який прикріплено до короткого плеча завдовжки 80 см. Яку роботу при цьому виконує сила, що діє на довге плече важеля завдовжки 3,2 м? Тертя відсутнє. Чи є в задачі зайві дані?

25.11. За допомогою невагомого важеля піднімають вантаж масою 150 кг. На яку висоту було піднято вантаж, якщо на довге плече важеля діяла вертикальна сила 450 Н, а точка її прикладання перемістилася на 80 см? Тертя відсутнє.

25.12. Вантаж масою 80 кг силою 200 Н було піднято на висоту 2 м за допомогою системи невагомих блоків. На скільки перемістилася точка прикладання сили? Тертя відсутнє.

25.13. Похилою площиною піднімають візок масою 54 кг. Яку найменшу силу потрібно прикласти до візка в напрямку руху, якщо довжина похилої площини становить 1,2 м, а висота — 40 см? Тертя відсутнє.

25.14. Важіль має плечі, довжини яких відрізняються в 4 рази. Щоб підняти вантаж масою 90 кг, до довгого плеча прикладають вертикальну силу 250 Н. Обчисліть ККД важеля.

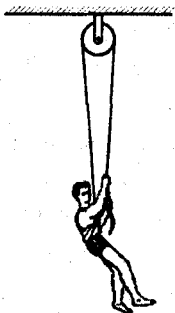
25.15. За допомогою нерухомого блока хлопець масою 50 кг може піднімати вантаж максимальною вагою 400 Н. Обчисліть ККД блока.

25.16. Обчисліть ККД похилої площини, за допомогою якої візок масою 120 кг було піднято на висоту 1,5 м. Довжина площини дорівнює 4,8 м. До візка приклали силу 500 Н у напрямку руху.

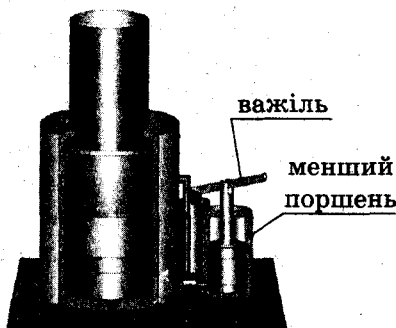
3-й рівень складності

? 25.17. Виграш у силі за допомогою нерухомого блока. Доведіть, що хлопчик, який піднімається за допомогою нерухомого блока (див. рисунок), прикладає до вільного кінця каната силу, вдвічі меншу від власної ваги.

25.18. За допомогою гідравлічного домкрата (див. рисунок) піднімають вантажівку масою 4 т. Рукоятка важеля, яким натискають на менший поршень домкрата, за один хід проходить 50 см. Яку вертикальну силу прикладають до рукоятки важеля, якщо за 40 ходів меншого поршня домкрата вантажівку піднімають на висоту 20 см? Вважайте, що домкрат є ідеальним механізмом.



До задачі 25.17



До задачі 25.18

25.19. Контейнер масою 225 кг піднято за допомогою важеля. Яку вертикальну силу довелося прикладати до довгого плеча важеля, якщо його ККД становить 90 %, а відношення довжин плечей 1 : 5?

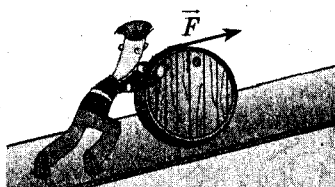
25.20. До кузова автомобіля завантажують сталевий сейф масою 450 кг за допомогою рухомого блока. З якою силою робітники тягли вільний кінець мотузки під час роботи, якщо ККД блока дорівнює 90 %?

25.21. Похилою площиною піднімають візок масою 50 кг. Яку силу прикладають у напрямку руху візка, якщо довжина похилої площини дорівнює 3,2 м, а висота — 1,2 м? ККД похилої площини становить 75 %.

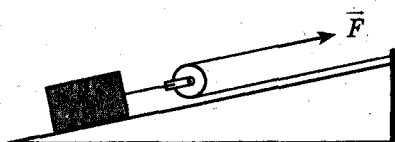
- 25.22.** Ремонтник за допомогою підйомника піднімає автомобіль на 2 м і виконує при цьому роботу 25 кДж. ККД підйомника становить 80 %. Якою є маса автомобіля?
- 25.23.** Гідравлічний прес розвиває зусилля 240 кН, коли на менший поршень діє сила 12 кН. Обчисліть ККД преса. Діаметри меншого і більшого поршнів становлять відповідно 4 і 20 см.
- 25.24.** Похилою площиною піднімають ящик масою 75 кг, прикладаючи в напрямку руху силу 150 Н. ККД площини становить 80 %, а довжина — 2,5 м. На яку висоту піднімають ящик?

Задачі для допитливих

- 25.25.** Похилою площиною піднімають ящик, прикладаючи в напрямку руху силу 150 Н. ККД похилої площини становить 80 %. Яка сила тертя діє на ящик під час руху?
- 25.26.** По дошці на візок заковчують бочку (див. рисунок), прикладаючи до обода силу $F = 300$ Н. Якою є маса бочки, якщо довжина дошки становить 2 м, а висота візка — 80 см? Бочка рухається рівномірно.
- 25.27.** Похилою площиною за допомогою легкого рухомого блока (див. рисунок) піднімають ящик масою 80 кг. Яку силу F при цьому потрібно прикласти до мотузки, якщо сила тертя, що діє на ящик, становить $1/8$ від його ваги? Довжина похилої площини становить 5 м, а висота — 1 м.

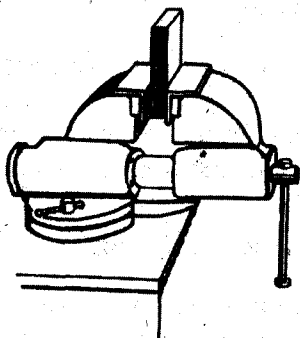


До задачі 25.26

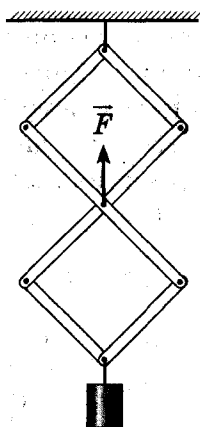


До задачі 25.27

- 25.28. У слюсарних лещатах затискають металеву деталь (див. рисунок). Яка сила тиску діє на деталь, якщо до ручки лещат під час затискання деталі прикладають зусилля 300 Н ? Довжина ручки (від осі обертання до краю) становить 40 см , переміщення рухомої частини лещат за один повний поворот ручки дорівнює 5 мм .



- 25.29. Яку мінімальну силу F потрібно прикладати до середини конструкції із шарнірно з'єднаних жорстких стрижнів (див. рисунок), щоб утримувати вантаж вагою $P = 200\text{ Н}$? Вважайте, що стрижні невагомі, тертя відсутнє.



ТЕСТ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

У завданнях 1–6 виберіть одну правильну відповідь.

1. Будь-який простий механізм:

- А не дає виграшу в роботі
- Б дає однаковий виграш у силі та відстані
- В дає однаковий програш у відстані та силі
- Г дає однаковий виграш у силі та роботі

2. За допомогою рухомого блока піднімають вантаж масою 4 кг (вантаж рухається рівномірно). Яку силу прикладають до вільного кінця мотузки, перекинutoї через блок? Маса блока та мотузки не враховуйте, тертя відсутнє.

- А 10 Н
- Б 20 Н
- В 40 Н
- Г 80 Н

3. Прикладаючи до довгого плеча важеля вертикальну силу 25 Н, підняли на 5 см вантаж масою 20 кг, підвішений до короткого плеча важеля. Яку роботу виконала сила, прикладена до довгого плеча важеля? Вагою важеля можна знехтувати.

- А 125 Дж
- Б 100 Дж
- В 50 Дж
- Г 10 Дж

4. Візок масою 80 кг підняли похилою площиною завдовжки 4 м і заввишки 1,5 м, рухаючи рівномірно. До візка приклали силу в напрямку руху. Визначте прикладену силу, якщо тертя відсутнє.

- А 150 Н
- Б 240 Н
- В 300 Н
- Г 480 Н

5. ККД механізму дорівнює 40 %. Це означає, що виконана робота більша за корисну

- А в 1,4 разу
- Б у 2,5 разу
- В у 4 рази
- Г у 40 разів

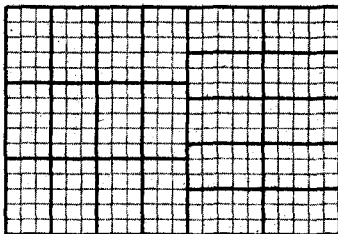
6. Визначте ККД похилої площини завдовжки 4 м, якщо для піднімання нею візка масою 40 кг на висоту 1,5 м потрібно прикладати силу 200 Н у напрямку руху.

- А 19 %
- Б 53 %
- В 75 %
- Г 83 %

ВІДПОВІДІ, ВКАЗІВКИ, РОЗВ'ЯЗАННЯ

2.30. Розмір молекул не перевищує 1 нм, тобто мільйонної частки міліметра. 2.31. Розмір молекул не перевищує 8 нм. 2.33. У 100 разів. 4.38. *Розв'язання.* Таке вимірювання можна здійснити досить точно, скориставшись лише учнівською лінійкою. Треба тільки акуратно намотувати дріт на лінійку, щоб витки були впритул один до одного, і рахувати їх кількість. Коли витків буде багато, слід на лінійці виміряти довжину ділянки, зайнятої витками. Нехай, наприклад, 100 витків зайняли ділянку між позначками 2 і 3,5 см.

Тоді діаметр дроту $\frac{3,5-2}{100} = 0,015$ (см), або 0,15 мм. 4.39. *Вказівка.* Треба вимірювати товщину не одного аркуша, а великої їхньої кількості. Слід урахувувати, що сторінки з номерами від 1 до 100 становлять не 100 аркушів, а лише 50. 4.41. *Вказівка.* Треба порахувати кількість літер у рядку та кількість рядків на сторінці. 4.49. а) у 27 разів; б) у 9 разів; в) у 9 разів. 4.52. а) у 64 рази; б) у 16 разів. 4.53. 60 м. 4.54. 1 км. 4.55. *Розв'язання.* У першому випадку найвигідніше покласти плитки в 14 рядів по 10 плиток у кожному ряді ($0,15 \text{ м} \times 14 = 2,1 \text{ м}$, а $0,3 \text{ м} \times 10 = 3 \text{ м}$). Отже, знадобиться $14 \times 10 = 140$ плиток. У другому випадку викласти стінку лише цілими плитками не вдасться. Найвигідніше зробити 12 рядів завширшки по 30 см ($0,3 \text{ м} \times 12 = 3,6 \text{ м}$), кожний ряд міститиме 12 цілих плиток ($0,15 \text{ м} \times 12 = 1,8 \text{ м}$) та одну відрізану частину плитки розмірами 10×30 см. Отже, знадобиться $12 \times 13 = 156$ плиток. Застосування будь-якого іншого способу призведе до розрізання більшої кількості плиток. 4.61. *Вказівка.* На рисунку зображено бруски, що лежать на дні коробки (вигляд зверху).



5.32. 70 км; 50 км. 5.37. 200 км. 6.14. Равлик, комар, мустанг, ведмідь, носоріг, дельфін, сокіл, гепард. 6.16. Так. 6.18. У 600 000 разів. 6.19. 70 с. 6.27. 1 с. 6.28. 100 с. 6.30. 0,75 м/с. 6.31. 12,5 м/с. 6.43. 50 км. 6.45. 80 км/год (22 м/с). 6.46. 144 км/год; 40 м/с. 6.47. 1,2 м/с; 4,3 км/год. 6.48. 1,5 год. 6.49. 2,5. 6.50. 300 м. 6.51. *Розв'язання.* До початку руху мотоцикліста велосипедист рухався $\frac{2}{3}$ години; отже, він випередив мотоцикліста на 12 км. Після початку руху мотоцикліст наближається до велосипедиста зі швидкістю $v = 42 - 18 = 24$ (км/год); отже, він наздожене велосипедиста через півгодини після початку

руку. За півгодини мотоцикліст проїде 21 км відносно Землі. Це і є відстань між «стартом» і «фінішем» (тобто між стадіоном і станцією). **6.52.** Через 1 год. **6.53.** 2 км. **6.54.** У 5 разів. **7.5.** 80 км/год. **7.6.** 20 км/год. **7.9.** 43 км/год. **7.10.** 96 км/год. **7.11.** 42 км/год; 44,8 км/год. **7.12.** 8 хв. **7.16.** 60 км/год. **7.17.** 70 км/год. **7.18.** *Розв'язання.* Позначимо довжину одного кола через l . Тоді середня швидкість руху протягом двох кіл $v_{\text{сеп}} = \frac{2l}{t}$, де загальний час

руху $t = \frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} = \frac{l(v_1 + v_2)}{v_1 v_2}$. Підставивши цей вираз у формулу середньої швидкості руху, отримаємо $v_{\text{сеп}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$. Перевіривши одиниці

величин і підставивши числові значення, дістанемо $v_{\text{сеп}} = 9,9$ км/год.

7.19. 24 км/год. **7.20.** 90 км/год. **7.21.** 10 км/год. **7.22.** 40 км/год. **7.23.** 40 км/год. **7.24.** *Розв'язання.* Позначимо загальний час руху через t . Тоді весь пройдений шлях $l = v_1 \cdot \frac{3}{4}t + v_2 \cdot \frac{1}{4}t = \frac{(3v_1 + v_2)t}{4}$. Середня швидкість руху на всьому шляху $v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t} = \frac{3v_1 + v_2}{4} = 2,5 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

7.25. 15 км/год. **7.26.** 19,5 км/год. **7.27.** *Розв'язання.* Позначимо довжину шляху через l . Тоді середня швидкість руху протягом усього часу $v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t}$, де загальний час руху $t = \frac{3l}{4v_1} + \frac{l}{4v_2} = \frac{l(v_1 + 3v_2)}{4v_1 v_2}$. Підставивши цей вираз у формулу середньої швидкості руху, отримаємо

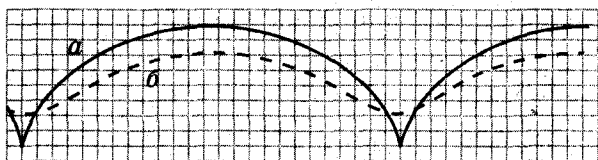
$v_{\text{сеп}} = \frac{4v_1 v_2}{v_1 + 3v_2}$. Перевіривши одиниці величин і підставивши числові значення, дістанемо $v_{\text{сеп}} = 20$ км/год. **7.28.** 5 км. **7.30.** Перший автобус спочатку був у місті, другий перебував на відстані 45 км. Перший почав рух на 45 хв пізніше. Рухались автобуси в одному напрямку. Перший рухався швидше. 108 і 45 км/год. 135 км. **7.31.** Перший потяг перебував на станції, другий — на відстані 300 км. Перший, на 2 год. У протилежних напрямках. 50 і 75 км/год. 180 км. **7.32.** Через 1 і 3 год; через 2 год. **7.33.** 15 км; 135 км. **7.34.** 60 км/год; 41 км/год. **7.35.** *Розв'язання.* Позначимо повний час руху t , а пройдений шлях l .

Тоді для першого автомобіля $v_{\text{сеп1}} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2}{t} = \frac{v_1 \cdot \frac{t}{2} + v_2 \cdot \frac{t}{2}}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$.

Для другого автомобіля $t = \frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2} = \frac{l(v_1 + v_2)}{2v_1 v_2}$, $v_{\text{сеп2}} = \frac{l}{t} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$. Щоб порівняти значення середніх швидкостей руху, знайдемо їхню різницю: $v_{\text{сеп1}} - v_{\text{сеп2}} = \frac{v_1 + v_2}{2} - \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{v_1^2 - 2v_1 v_2 + v_2^2}{2(v_1 + v_2)} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2(v_1 + v_2)} > 0$. Отже,

Отже, $v_{\text{сеп1}} > v_{\text{сеп2}}$.

$v_{\text{сер1}} > v_{\text{сер2}}$. Таким чином, перший автомобіль дістанеться кінцевого пункту раніше за другий. 7.36. На озері. 7.37. $\frac{3}{5}$ шляху; $\frac{1}{5}$ часу. 7.38. 3 км/год. 7.39. 1 год 12 хв. 7.40. 3 год 45 хв. *Вказівка.* Мінімальний час відповідає випадку, коли всі туристи одночасно прибувають на базу. 8.9. 60 с. 8.10. 3600 с. 8.11. $\frac{1}{60}$. 8.12. $\frac{1}{3600}$. 8.13. У 60 разів. 8.14. У 12 разів. 8.15. У 120 разів. 8.16. 0,37 с; 2,7 с⁻¹. 8.17. 1 км/с. 8.18. За ходом годинникової стрілки. Період обертання диска 2 вдвічі менший, ніж період обертання диска 1; обертова частота — вдвічі більша; швидкості руху точок ободів однакові. 8.19. Ліва фара проходить більший шлях. 8.20. Період обертання одного із супутників менший за період добового обертання Марса, а період обертання другого супутника — більший. 8.21. 100 м/с. 8.22. Швидкість руху нижньої точки колеса відносно дороги дорівнює нулю. 8.23. а) 90 км/год; б) 180 км/год. 8.24. Див. рисунок. 8.25. 4,1 с⁻¹.



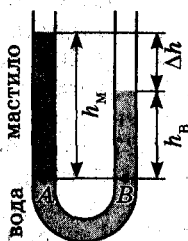
До задачі 8.24

9.6. 1,5 с (хлопець зробив кожною ногою по 200 кроків). 9.7. 15 Гц. 9.8. 400. 9.9. 1,5 Гц. 9.10. Не зміняться. 9.11. Період зменшиться, частота збільшиться. 9.12. Не зміняться. 9.13. Годинник став іти повільніше. 9.14. Зменшити. 9.15. 32 см. 9.16. 1 см. 9.19. Угору. 9.20. Годинник поспішатиме. 9.21. Швидкість руху лампочки найбільша біля положення рівноваги, тому вона проходить середню частину траєкторії за менший час. 9.22. 72 000 коливань. 9.23. 0,5 Гц. 9.24. Практично не залежить. 10.36. 2 м/с. 10.37. 0,2 м/с. 10.38. 5 м/с. 10.39. 4 м/с. 11.21. Густина матеріалу кульки більша за густина сталі. 11.22. Маса води більша на 60 г. 11.27. 113 см³. 11.28. 1,4 кг. 11.29. 4 кг. 11.30. 680 г. 11.31. 10 л. 11.32. 0,8 см³. 11.33. 0,5 л. 11.36. 70 кг. 11.37. 1,2 кг. 11.38. 0,3 кг. 11.39. 0,77 кг. 11.40. 6800 кг/м³. 11.41. 0,36 кг. 11.44. Маса повітря більша в 1,55 разу. 11.45. На 200 мл. 11.47. 20 см². 11.48. 20 мкм. 11.49. *Розв'язання.* Суцільне мідне тіло заданої маси мало б об'єм $V_1 = \frac{m}{\rho} = 100 \text{ см}^3$, що менше, ніж об'єм циліндра. Отже, циліндр порожнистий. Об'єм порожнини $V_{\text{п}} = V - V_1 = 30 \text{ см}^3$. 11.50. Куля суцільна. 11.51. Об'єм порожнини 100 см³. 11.52. 1600. 11.53. 30. 11.54. 125. 11.55. Маса хліба зменшується через випаровування води. 11.57. У 6 разів. 11.58. Густина матеріалу деталі Б більша в 1,6 разу. 11.59. 1,2 кг. 11.60. 1200 кг/м³. 11.61. 1 л. 11.62. 30 г. 11.65. 7,83 г/см³. 11.66. 4,25 г/см³. 11.67. 500 кг/м³. 11.68. Збільшаться в 1,43 разу; збільшаться в 1,33 разу. 11.69. *Розв'язання.* Маса тіл з одного мате-

ріалу відрізняються у стільки саме разів, як їхні об'єми: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_1}{V_2}$.
 Об'єм суцільного кубика $V_1 = a^3$, об'єм порожнистого кубика менший на величину «вирізаного» з нього меншого кубика з довжиною ребра $a - 2d$: $V_2 = a^3 - (a - 2d)^3$. Отже, $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a^3}{a^3 - (a - 2d)^3} = 1,14$.

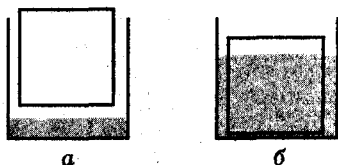
11.70. У 1,27 разу. **11.71.** 850 кг/м³. **11.72.** Вказівка. Спробуйте висипати пісок у мензурку з водою. **11.73.** 1 кг. **11.74.** 49. **12.16.** 0, 40, 60, 100 Н. **12.17.** 5, 13, 19, 27 Н. **12.18.** 1, 3, 7 Н. **13.11.** На 5 см. **13.12.** На 8 см. **13.13.** На 5 см. **13.14.** На 2 см. **13.15.** 800 г. **13.16.** На 2,5 см. **13.17.** 40 Н/м. **13.18.** 20 Н/м. **13.19.** У 2,5 разу. **13.21.** 0,25 Н/поділку. **13.22.** 2 мм. **13.23.** 10 см. **13.24.** 10,5 см. **13.25.** 24 Н/м. **13.26.** 100 Н/м. **14.22.** 40 кН; 120 кН. **14.23.** 500 Н. **14.24.** 7,5 см. **14.25.** 2 кг. **14.26.** 50 Н/м. **14.33.** 27 Н. **14.34.** 5 кН. **14.35.** 0,02 м³. **14.36.** 2,8 г/см³. **14.37.** 90 Н/м. **15.24.** 0,3. **15.25.** 24 Н. **15.44.** 3 Н. **15.45.** 0,1 м. **15.46.** 0,4. **15.48.** Два верхні підручники; у 2,5 разу. **15.49.** 5 т. **15.50.** 80 т. **15.51.** Розв'язання. Під час спроби зрушити візок праворуч стрижень «намагається» повернутися проти ходу годинникової стрілки і сильніше тисне на візок. За умов достатньо великого коефіцієнта тертя та певного кута між стрижнем і горизонтом сила тертя завжди перевищуватиме прикладену до візка зовнішню силу. **16.11.** 10 МПа. **16.12.** 2,5 кПа; збільшується вдвічі. **16.13.** Так, залишає. **16.14.** 100 кПа. **16.15.** 2,5 кг. **16.16.** 64 кг. **16.17.** 160 кг. **16.18.** 6,25 см. **16.19.** 3,2 т. **16.20.** 1,6 м. Вказівка. Під час руху протягом певного часу лижник спирається на одну лижу. **16.21.** 5 м². **16.22.** Зменшився у 200 разів. **16.23.** 2 кПа; 4 кПа; 10 кПа. **16.27.** 1 кПа. **16.28.** 7,8 кПа. **16.29.** 450 см². **16.30.** Сила тиску в усіх випадках 0,72 Н; тиск відповідно 1200, 1800 і 2400 Па. **16.31.** Вага кубика А більша у 27 разів, його тиск на стіл — у 3 рази. **16.32.** Сила тиску копії менша приблизно у 20 000 разів, тиск на стіл — у 27 разів. **16.33.** Сила тиску циліндра 2 більша в 4 рази; 1200 кг/м³. **16.34.** 8р. **16.35.** 15,6 кПа. **17.4.** 120 кПа. **17.5.** 16 кПа. **17.6.** 5 МПа. **17.12.** 2,5 кПа. **17.13.** 80 кПа. **17.14.** 180 кПа. **17.15.** 16 кН. **17.16.** 200 Н. **17.18.** 700 Па; 700 Па. **17.19.** У першому випадку з трубки б виходитиме повітря; у другому — з трубки а витікатиме вода. **17.26.** У першій, в 1,25 разу. **17.27.** Сили тиску однакові, тиск на дно посудини 1 більший у 1,5 разу. **17.28.** Перший, на глибині 10 см; другий не буде деформуватися взагалі. **17.29.** 7,5 см води і 12,5 см мастила. **17.30.** У 4 рази. **17.31.** 1 м. **17.33.** Рівень води нижчий на 5 см. **17.34.** Меншої ніж $\frac{1}{3} \rho R^3$. **18.15.** Розв'язання. Зі збільшенням висоти на $h = 250$ м атмосферний тиск зменшується на величину тиску стовпа повітря заввишки h , тобто на $\Delta p = \rho_{\text{п}} g h$, де $\rho_{\text{п}}$ — густина повітря. Перевіривши одиниці величин і представивши числові значення, маємо $\Delta p = 3,2$ кПа, або $\Delta p = 24$ мм рт. ст. Отже, барометр показує тиск $p = 760 - 24 = 736$ (мм рт. ст.). Отри-

маний результат є дуже приблизним (адже густина повітря залежить від температури та змінюється з висотою). Для приблизного визначення показань барометра можна також уважати, що тиск повітря зменшується на 1 мм рт. ст. зі збільшенням висоти на 11 м. 18.16. 777 мм рт. ст. 18.17. 270 м. 18.19. 748 см водяного стовпа. 18.20. 184 мм рт. ст. 18.21. Приблизно в 100 разів. 18.28. Плівка прогнеться всередину трубки. 18.29. 0,68 Н; праворуч. *Вказівка*. Сила тертя врівноважує різницю сил тиску. 18.30. 15 см. 18.31. Показання приладу залежать від погоди. 18.32. 20 кН. 18.35. 8,4 кН. 18.36. Для витягання склянки 1, у 4,5 разу. 18.37. Нижня пробірка під дією атмосферного тиску піднімається. 19.15. 1,8 кПа. 19.16. Ртуть. 19.17. Тиск у балоні на 2 кПа менший від атмосферного. 19.18. 920 мм рт. ст. 19.20. 2 дм². 19.21. 3,3 т; 1,1 МПа. 19.22. У 18 разів. 19.23. 500 Н. 19.24. 1,2 кН. 19.25. а) Від атмосферного тиску; б) від міцності конструкції та сили, прикладеної до поршня. 19.26. Угору. 19.27. На рисунку б. 19.29. Так, потече ліворуч. 19.30. Так, потече праворуч. 19.32. Висота гасу більша в 1,25 разу. 19.33. 30 см. 19.34. 16 см. 19.35. *Розв'язання*. Густина мастила ρ_M менша від густини води ρ_B , тому рівень рідини в лівому коліні вищий (див. рисунок). Тиск у точках А і В, що лежать у воді на одному рівні, однаковий. Оскільки $p_A = \rho_M g h_M + p_{\text{атм}}$ і $p_B = \rho_B g h_B + p_{\text{атм}}$, маємо $\rho_M g h_M = \rho_B g h_B$. Врахуємо також, що $h_M - h_B = \Delta h$. З останніх двох рівнянь маємо $h_M = \frac{\rho_B}{\rho_B - \rho_M} \Delta h = 10$ см.



19.36. На 2 см. 19.37. Водяний. 19.38. Зменшилася в 13,6 разу. 19.39. 1050. 19.40. 8,1 кН; 500 кПа і 4,5 МПа. 19.41. На 8 см. 19.42. На 4,8 см. 20.4. 0,2 Н. 20.5. 1,2 дм³. 20.6. 1,2 г/см³. 20.7. Вага тіл не змінюється. 20.13. 10 Н. 20.14. 1800 кг/м³. 20.15. 2 Н. 20.16. 200 Н. 20.17. 288 Н; на 240 Н. 20.18. 2 Н. 20.19. 1,5 Н. 20.20. На 1,5 Н. 20.21. 3,65 Н. 20.22. Порушиться (переважить мідне тіло). 20.23. Порушиться (переважить тіло 1). 20.26. $\frac{4}{5}$. 20.27. $\frac{1}{5}$. 20.28. 5 см³. 20.29. 20 см³. 20.30. 2,4 кг; 2400 кг/м³. 20.31. 1500 кг/м³. 20.32. 8000 кг/м³. 20.33. 2500 кг/м³. 20.34. 7000 кг/м³. 20.35. 2 кПа. 20.36. 2,25 см. 20.37. На 20 г. 20.38. Архімедова сила, що діє на тіло з боку повітря, залежить від густини тіла. 20.39. 15 Н; збільшиться в 7 разів. 21.6. 700 кг/м³; буде плавати. 21.7. 4970 кг. 21.8. 1,5 Н. 21.9. 60 кг. 21.15. На 4,8 см. 21.16. 40 см. 21.18. Алюмінієва.

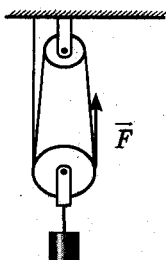
21.19. $0,75 \text{ кг/м}^3$. 21.20. 900 кг. 21.22. Не зміниться. 21.23. Рівень води знизиться. 21.25. 21. 21.26. 52 т. 21.27. Зменшилася на 0,5 м. 21.28. На 2 см. 21.29. 300 МН. 21.30. 3,9 кН. 21.31. В 1,3 разу. 21.32. 2,4 мм. 21.33. 5,55 км. 21.34. Не зміниться; знизиться. 21.35. *Розв'язання.* Щоб циліндр плавав, він має витіснити воду масою 200 г. На перший погляд це є неможливим, бо загальна маса води дорівнює лише 100 г. Проте врахуємо, що рівень води піднімається внаслідок занурення тіла. З рисунка бачимо, що об'єм витісненої води може набагато перевищувати загальний об'єм води в посудині, якщо діаметр циліндра близький до внутрішнього діаметра склянки.



21.37. Половина. 22.9. 40 Вт. 22.10. 200 Вт. 22.11. 2 кДж. 22.15. 9 МДж. 22.16. 40 Дж. 22.17. 200 Н. 22.18. 5 кг. 22.19. 5 м. 22.20. 20 м. 22.24. 100 Вт. 22.25. 100 кВт. 22.26. За 41 хв 40 с. 22.27. За 2 год. 22.28. 2,6 МВт. 22.29. 18,4 МВт. 22.30. 120 кВт. 22.31. 1,5 кН. 22.32. 50 кН. 22.33. 10 м/с. 22.34. 0,2 м/с. 22.36. 100 кПа. 22.37. 10 МПа. 22.38. 4 м. 22.39. 30 км/год. 22.40. Швидкість руху збільшиться менш ніж у 2 рази, тому що збільшиться сила опору рухові. 22.42. 32 Вт. 22.43. 60 Вт; 60 кПа. 22.44. 100 м; 1 МПа. 22.45. 1,5 МВт. 22.46. 6700 т. 22.47. 0,2 Дж. 22.48. 1,5 Дж. 22.49. 5 Дж. 22.50. 49 кДж. 22.51. За 50 с. 23.9. 60 кг. 23.10. 6 Дж. 23.11. 4 Дж; 4 Дж. 23.12. 31,25 Дж. 23.13. 900 кДж; 900 кДж. 23.17. 160 кДж. 23.20. 75 мДж. 23.21. 72 мДж. 23.22. 22 Дж. 23.23. 95 Дж. 23.24. 1,5 кН. 23.25. 10 Н. 23.26. 4 м; збільшилася на 2,8 кДж. 23.27. 6 м; збільшилася на 4,8 кДж. 23.28. 3 Дж. 23.29. 35 Дж. 23.30. 20 м. 23.31. 5 м. 23.32. Потенціальна енергія кулі збільшиться за рахунок зменшення потенціальної енергії атмосферного повітря. 23.34. У місті доводиться надавати автомобілю кінетичної енергії після кожної з численних зупинок. 23.35. 75 і 150 Дж; сумка в обох випадках набуває потенціальної енергії, а в другому випадку — ще й кінетичної. 23.36. Потенціальна енергія більша в 3,5 разу. 23.37. Кінетична енергія більша в 1,3 разу. 23.38. Потенціальна енергія більша в 15 разів. 23.39. $h = \frac{3v^2}{8g}$. 23.40. 1 м. 23.41. За 20 хв.

23.43. а) Час руху вниз більший; б) час руху вниз дорівнює часу піднімання. 24.16. 1,6 Н; униз. 24.17. Ліворуч від осі важеля, на відстані 4 поділки від неї; униз. 24.18. 12,8 Н; угору. 24.19. Ліворуч від осі важеля, на відстані 4 поділки від неї; угору. 24.22. Кожен із крайніх важків удвічі легший від центрального. 24.23. 10 і 40 кг. 24.24. 48 і 32 кг. 24.25. На відстані 50 см від точки прикладення

більшої сили. **24.26.** 37,5 см. **24.27.** 20 см. **24.28.** На правому кінці стрижня, угору. **24.29.** 5,5 кг. **24.31.** 12 кг. **24.32.** 400 Н. **24.33.** 25 кг. **24.34.** Може, якщо поміняти місцями точки підвісу вантажу і прикладення сили; така система дасть програш у силі. **24.35.** 10 кг. **24.36.** 40 кг. **24.38.** У 8 разів; 100 Н. **24.39.** 320 кг. **24.40.** 30 см. **24.41.** 5 кг. **24.42.** 30 г. **24.43.** 145 і 205 Н. **24.44.** 500 Н; 300 Н. **24.45.** Див. рисунок. **24.46.** 40 см. **24.47.** Лівий упор має бути на відстані $0,3(3L-4l)$ від лівого краю балки.



До задачі 24.45

25.5. 90 %. **25.6.** 90 %. **25.7.** 70 %. **25.8.** 80 кДж. **25.9.** На 40 кДж. **25.10.** 250 Дж; зайвими є дані про довжину плечей важеля. **25.11.** 24 см. **25.12.** На 8 м. **25.13.** 180 Н. **25.14.** 90 %. **25.15.** 80 %. **25.16.** 75 %. **25.18.** 400 Н. **25.19.** 500 Н. **25.20.** 2,5 кН. **25.21.** 250 Н. **25.22.** 1 т. **25.23.** 80 %. **25.24.** 40 см. **25.25.** 30 Н. **25.26.** 150 кг. **25.27.** 130 Н. **25.28.** 150 кН. **25.29.** 400 Н.

ВІДПОВІДІ ДО ТЕСТІВ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

До § 4

Завдання	1	2	3	4	5	6
Відповідь	Г	В	Б	Б	Б	Б

До § 5

1	2	3	4	5	6
Б	А	В	В	Г	Г

До § 6

1	2	3	4	5	6
Г	Б	Б	А	А	В

До § 7

1	2	3	4	5	6
В	В	А	Б	В	Г

До § 9

Завдання	1	2	3	4	5	6
Відповідь	А	А	В	В	В	Г

До § 11

1	2	3	4	5	6
В	А	Б	В	Г	Г

До § 15

1	2	3	4	5	6
Б	Г	Г	Б	А	В

До § 19

1	2	3	4	5	6
Б	В	Б	Б	А	А

До § 21

Завдання	1	2	3	4	5	6
Відповідь	В	Б	В	Б	Б	А

До § 22

1	2	3	4	5	6
Б	Г	Г	А	Б	Г

До § 23

1	2	3	4	5	6
Б	Г	Б	В	А	В

До § 24

1	2	3	4	5	6
А	А	В	Г	В	Г

До § 25

Завдання	1	2	3	4	5	6
Відповідь	А	Б	Г	В	Б	В

ДОДАТОК

ДОВІДКОВІ ТАБЛИЦІ

Прискорення вільного падіння $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.
Радіус Землі 6400 км.

Густина твердих тіл

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Алюміній	2700	2,7	Парафін	900	0,9
Бетон	2200	2,2	Пісок (сухий)	1500	1,5
Граніт	2600	2,6	Полістирол	1050	1,05
Залізо	7800	7,8	Свинець	11300	11,3
Золото	19300	19,3	Скло	2500	2,5
Лід	900	0,9	Сосна (суха)	400	0,4
Мармур	2700	2,7	Срібло	10500	10,5
Мідь	8900	8,9	Сталь	7800	7,8
Нікель	8900	8,9	Цегла	1600	1,6
Олово	7300	7,3	Чавун	7000	7,0

Густина рідин

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Бензин	700	0,7	Гліцерин	1260	1,26
Вода	1000	1,0	Мастило	800	0,8
Вода морська	1030	1,03	Нафта	800	0,8
Гас	800	0,8	Ртуть	13600	13,6

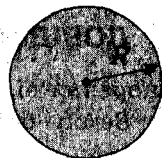
Густина газів (за нормальних умов)

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Водень	0,09	Повітря	1,29
Гелій	0,18	Природний газ	0,80

МАТЕМАТИЧНИЙ ДОВІДНИК

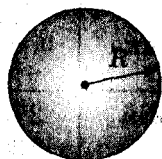
Довжина кола $l = \pi D = 2\pi R$

Площа круга $S = \frac{\pi D^2}{4} = \pi R^2$



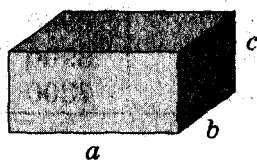
Площа поверхні кулі $S = 4\pi R^2$

Об'єм кулі $V = \frac{4}{3}\pi R^3$



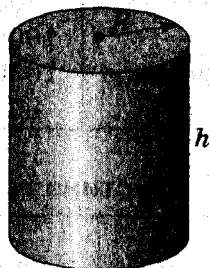
Об'єм прямокутного паралелепіпеда

$$V = abc$$



Об'єм циліндра

$$V = \pi R^2 h$$



ЗМІСТ

До учня.....	2
До вчителя.....	2

РОЗДІЛ 1. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ

1. Фізика — наука про природу. Фізичні тіла та фізичні явища.....	4
2. Будова речовини. Молекули. Атоми.....	6
3. Методи наукового пізнання.....	9
4. Фізичні величини та їх вимірювання. Похибки вимірювань.....	11

РОЗДІЛ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

5. Система відліку. Матеріальна точка. Шлях. Переміщення.....	19
6. Рівномірний рух. Швидкість руху.....	24
7. Нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху.....	33
8. Рівномірний рух матеріальної точки по колу.....	42
9. Коливальний рух.....	45

РОЗДІЛ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА

10. Взаємодія тіл. Інерція. Маса.....	49
11. Густина.....	55
12. Сила. Графічне зображення сил. Додавання сил.....	64
13. Види деформації. Сила пружності. Закон Гука.....	66
14. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість.....	71
15. Тертя. Сили тертя.....	74
16. Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску.....	82
17. Тиск газів і рідин. Закон Паскаля.....	87
18. Атмосферний тиск і його вимірювання. Барометри.....	93
19. Сполучені посудини. Манометри, гідравлічні машини.....	98
20. Виштовхувальна сила в рідинах і газах. Закон Архімеда.....	107
21. Умови плавання тіл.....	112

РОЗДІЛ 4. МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ

22. Механічна робота. Потужність.....	120
23. Механічна енергія. Перетворення механічної енергії.....	128
24. Момент сили. Умови рівноваги важеля. Блоки.....	135
25. Прості механізми. Коефіцієнт корисної дії.....	145

Відповіді, вказівки, розв'язання..... 152

Відповіді до тестів для самоперевірки..... 158

Додаток..... 159

Папір, на якому надрукована ця книга,



безпечний
для здоров'я
та повністю
переробляється



з оптимальною білизною,
рекомендованою
офтальмологами



вироблявся
без застосування
хлору

Разом дбаємо про екологію та здоров'я

ВИДАВНИЦТВО
РАНОК