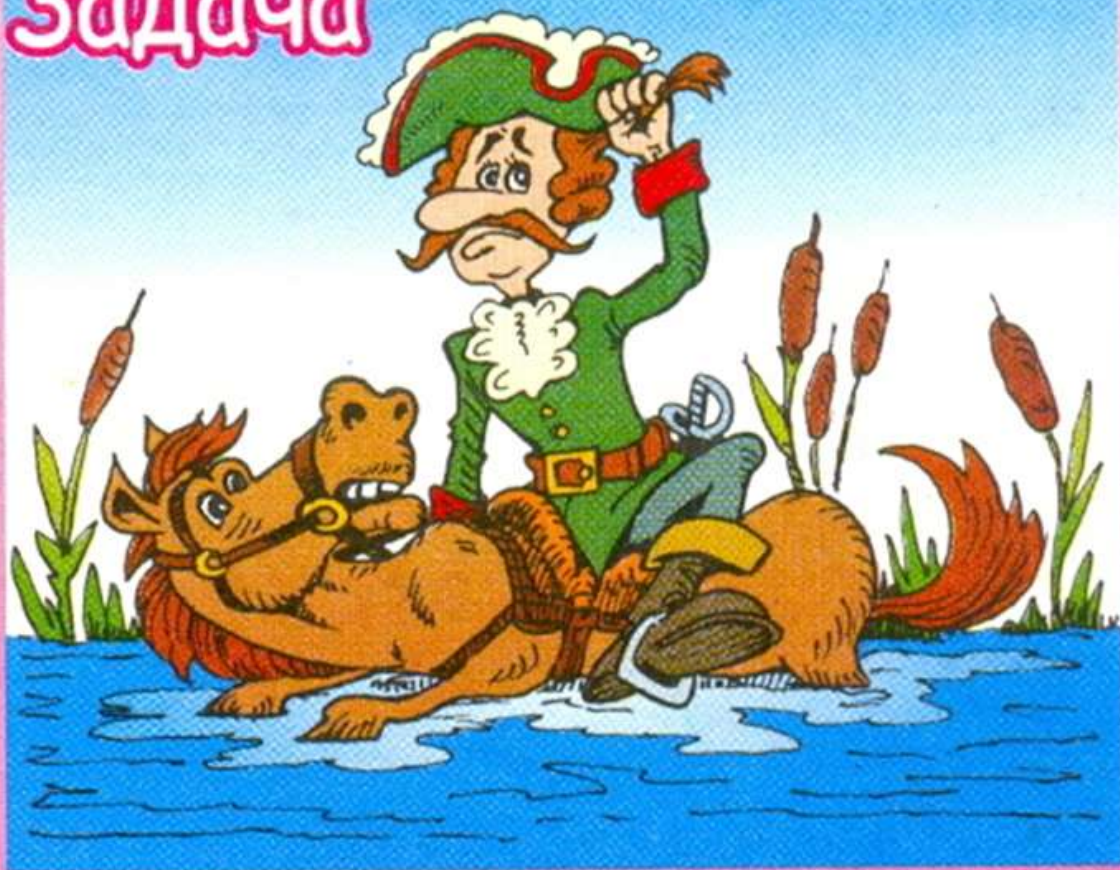


Фізика

7-9

Збірник олімпіадних задач
з розв'язками

Задача



Вчитель фізики Микласької ЗОШ I-II ступенів

Побережнюк С.О.

Схвалено радою Білогірського районного методичного кабінету

Протокол № 3 від 13.03 2013 року

**Дидактичні матеріали
для підготовки учнів
7-9 класів
до районних
та обласних олімпіад
з фізики**

Миклаші

2013 рік

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	2
РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ЗАДАЧ	3
I. ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН	4
II. ГУСТИНА РЕЧОВИНИ.....	6
III. СВІТЛОВІ ЯВИЩА.....	8
IV. МЕХАНІЧНИЙ РУХ	8
V. СИЛИ В ПРИРОДІ.....	15
VI. ТИСК РІДИН ТА ГАЗІВ.....	17
VII. АРХІМЕДОВА СИЛА.....	18
VIII. РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ. ЕНЕРГІЯ.....	22
IX. ПРОСТІ МЕХАНІЗМИ.....	24
X. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА.....	26
XI. ЕЛЕКТРОСТАТИКА.....	28
XII. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ.....	29
ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.....	30
ВІДПОВІДІ ТА РОЗВ'ЯЗКИ ДО ЗАДАЧ.....	32
ДОДАТКИ	
ОСНОВНІ ФОРМУЛИ.....	98
МАТЕМАТИЧНИЙ ДОВІДНИЧОК.....	99
ТАБЛИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН.....	100
МНОЖНИКИ ТА ПРИСТАВКИ ДЛЯ УТВОРЕННЯ КРАТНИХ ТА ДОЛЬНИХ ОДИНИЦЬ ТА ЇХ НАЙМЕНУВАННЯ.....	109
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	110

ПЕРЕДМОВА

Програма розвитку освіти України містить проект «Обдаровані діти», метою якого є:

- Формування системи підтримки і вдосконалення інтелектуального потенціалу держави Україна, який зможе забезпечити стійкий розвиток державності, господарського механізму і соціальної сфери;
- Забезпечення умов для пошуку і максимального розвитку інтелектуальних здібностей учнів, виховання у них бажання займатися інтелектуальною діяльністю, формування навиків продуктивної інтелектуальної праці;
- Формування в країні єдиної системи роботи з обдарованою молоддю.

Однією із головних складових системи роботи з обдарованими дітьми є проведення предметних олімпіад різного рівня – від шкільної до республіканської і вище. Основною метою проведення олімпіад являється виявлення і розвиток творчих здібностей і зацікавленості до наукової діяльності учнів загальноосвітніх шкіл, забезпечення необхідних умов для підтримки обдарованих дітей, впровадження наукових знань.

Предметні олімпіади являються традиційними формами роботи з інтелектуально обдарованими дітьми. Але методика проведення цих олімпіад має ряд недоліків, в числі яких відсутність систематичної підготовки до розв'язування олімпіадних задач в школах; дуже великий фактор випадковості при визначенні переможців.

Щоб вирішити хоча б деякі з цих недоліків, пропонується:

- Налагодити підготовку до розв'язування олімпіадних задач в школах;
- Удосконалити методику проведення олімпіад, як складову, сформувавши постійно оновлювану автоматичну базу олімпіадних задач.

Книжка, яку ви тримаєте в руках, являє собою збірник олімпіадних задач з фізики. Сюди увійшли задачі, які пропонувались на олімпіадах різного рівня і задачі з збірників, список яких наведений в кінці збірника. Автор має надію, що збірник допоможе в підготовці до олімпіад як учням, так і вчителям. Якщо учень зможе самостійно, або з допомогою консультацій вчителя розв'язати більшість наведених тут задач, успіх в олімпіаді йому забезпечений.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО РОЗВ'ЯЗУВАННЮ ЗАДАЧ

Самостійне систематичне розв'язування задач є необхідною умовою успішного вивчення фізики, так як допомагає зрозуміти фізичний сенс явищ, закріплює в пам'яті формули, прививає навички практичного використання теоретичних знань.

Фізичні задачі дуже різноманітні і дати один єдиний рецепт їх вирішення неможливо. Але, як правило, найбільш раціональний підхід до розв'язування задач слідує:

1. Уважно прочитати умову, встановити, які фізичні величини визначають умову задачі, яким законам вони підпорядковуються і якими математичними відношеннями можуть бути описані.
2. Записати всі дані величини в стандартній формі.
3. Виразити всі дані в одній системі одиниць.
4. При необхідності, зробити креслення, схему або малюнок з позначенням даних задачі. Це обов'язково, наприклад, при розв'язуванні задач з векторними величинами.
5. Зрозумівши умову і з'ясувавши, що потрібно знайти, необхідно побудувати порядок логічних роздумів, йдучи від невідомого до відомого.
6. При розв'язуванні необхідно звернути увагу на те, щоб одні і ті ж фізичні величини в умові задачі, в дано і розв'язку були позначені однаково, а інші відрізнялись один від одного (хоча б індексами). Всі нестандартні визначення, в тому числі визначення літерами з індексами, повинні бути розшифрованими.
7. Розв'язати задачу в загальному вигляді – отримати «робочу формулу», тобто виразити невідому величину через задані в формулі. Це дозволить отримати додаткову інформацію про особливості явища, яке вивчається, а також перевірити правильність проведених обрахунків.
8. Провести обрахунки. Розв'язавши задачу, поміркуйте над отриманим результатом: чи логічний він? Іноді елементарна математична помилка може привести до грубої фізичної помилки.
9. Не забудьте записати відповідь з одиницями, в яких величина, яку шукали, виражається.

Під час проведення олімпіади, відразу, як ви отримаєте завдання, уважно прочитайте умови всіх задач. Визначте порядок їх вирішення. Рекомендується, як правило, спочатку розв'язати ті задачі, які являються на вашу думку найпростішими. «Звільнившись» від них, ви зможете спокійно час, який залишився, присвятити вирішенню складних задач. Така тактика завжди забезпечить вас отриманням додаткових балів. Протилежна тактика (від складних до простих) в більшості випадків призводить до «нульового» результату.

Пам'ятайте, що розв'язання повинно бути максимально детальним. Ні в якому разі не потрібно обмежуватись записом послідовності формул. Словесний супровід розв'язання (тобто пояснення ходу розв'язування) надзвичайно необхідний. Рішення без пояснення рахується не повним і не оцінюється максимальною кількістю балів, навіть якщо воно вірне.

I. ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

- 1.1** Якою буде довжина смуги, якщо усі квадратні сантиметри, із яких складається 1 м^2 , скласти в ряд?
- 2.1** Відомо, що неозброєним оком на обох півкулях неба можна побачити близько 6000 зірок. В 1 мм^3 кисню міститься $2,7 \cdot 10^{16}$ молекул. У скільки разів їх більше в 1 см^3 від зазначеної кількості зірок?
- 3.1** Десять метрів дроту площею поперечного перерізу 1 мм^2 витягнули на 1 см, другий, такий же шматок дроту, при нагріванні теж видовжився на 1 см. У якого шматка дроту більший об'єм?
- 4.1** Скільки цеглин пішло на складання контейнеру із цегли, що має розміри $0,9 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} \times 1 \text{ м}$, якщо була використана цегла розміром $300 \text{ мм} \times 150 \text{ мм} \times 100 \text{ мм}$?
- 5.1** Робітник, облицьовуючи стіну, поклав 50 приток розміром $0,3 \text{ м} \times 0,3 \text{ м}$. Яка загальна вартість роботи, якщо за 1 м^2 він отримує 4 грн.?
- 6.1** Крапля олії об'ємом $0,002 \text{ мм}^3$ розливається по поверхні води тонким шаром площею 100 см^2 . Скільки молекул олії зможе вміститися у ланцюжку завдовжки 1 м?
- 7.1** На фотознімку видимий діаметр молекул деякої речовини дорівнює 0,6 мм. Чому дорівнює дійсний діаметр молекули, якщо фотознімок зроблено за допомогою електронного мікроскопа зі збільшенням у 300000 разів?
- 8.1** У книжці 160 сторінок тексту. Розмір – $16 \text{ см} \times 21 \text{ см}$. Яка довжина паперової стрічки, використаної на виготовлення однієї книжки, якщо її ширина 84 см?
- 9.1** Молекула води має розмір 0,31 нм. Зважаючи, що молекули щільно прилягають одна до одної, визначити кількість молекул в 1 л води.
- 10.1** Розмір молекул азоту становить $3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$. Зважаючи, що в рідкому азоті молекули щільно прилягають одна до одної, визначити об'єм, що його займають $3,7 \cdot 10^{25}$ молекул рідкого азоту.
- 11.1** Приблизний розмір атома золота 0,26 нм. Зважаючи, що атоми щільно прилягають один до одного, визначити кількість атомів у 1 см^3 золота?

12.1 Яку площу поверхні води займе нафта об'ємом 1 м^3 , яка розлилася по поверхні води при товщині шару $1/40000 \text{ мм}$?

13.1 Якої довжини отримаємо ряд з щільно викладених, один до одного своїми гранями кубиків об'ємом 1 мм^3 кожен, якщо їх стільки, скільки міститься таких кубиків в об'ємі 1 м^3 ? Скільки потрібно часу для того, щоб викласти ці кубики, якщо один кубик викладають за 1 с .

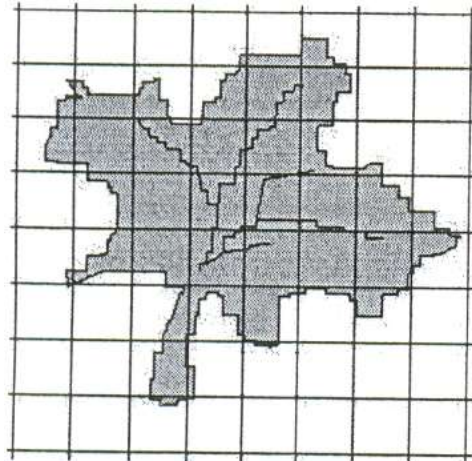
14.1 Запропонуйте спосіб знаходження власного об'єму піску у відрі (об'єму «піщинок»), якщо у вас в наявності: відро сухого піску, відро води і мензурка.

15.1 У ртутному термометрі Фаренгейта інтервал між температурами танення льоду $32^\circ\text{F} = 0^\circ\text{C}$ і кипіння води $212^\circ\text{F} = 100^\circ\text{C}$ поділено не на 100 частин, як у термометрі Цельсія, а на 180 частин. Якою буде нормальна температура ($36,6^\circ\text{C}$) людського тіла у $^\circ\text{F}$?

16.1 Запропонуйте способи визначення об'єму тіла неправильної форми, якщо воно не входить у мірний циліндр (мензурку)?

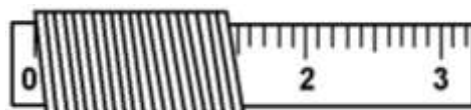
17.1 Велика синиця з'їдає за один день 130 гусениць довжиною $3,5 \text{ см}$ кожна. Якщо за одиницю довжини вибрати довжину однієї синиці (14 см), то яким буде довжина ланцюжка, складеного раціону птаха?

18.1 Визначити площу листочка за допомогою зображеної на цьому малюнку палетки. Крок палетки 8 мм . (Див. мал.).

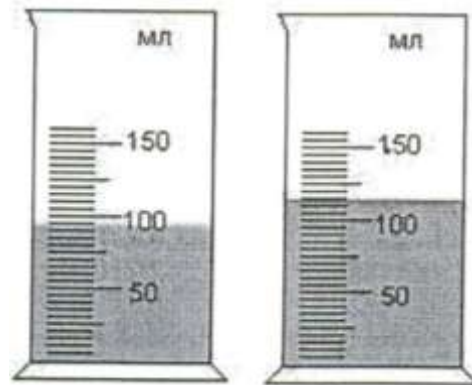


19.1 Довжина ребра кубика збільшили в 3 рази. У скільки разів змінилися внаслідок цього: а) об'єм кубика? б) площа однієї грані? в) площа поверхні?.

20.1 Визначте діаметр тонкого мідного дроту, користуючись малюнком.



21.1 Визначте об'єм краплі води, якщо в мірний циліндр долили 50 крапель.
(Див. мал.)



II. ГУСТИНА РЕЧОВИНИ

1.2 Для захисту від корозії поверхню труби вкривають шаром нікелю. Визначте товщину цього шару, якщо витрачено 0,89 г нікелю на поверхню площею 50 см^2 .

2.2 Скільки соснових дощок можна завантажити на автомобільний причіп, якщо їх маса не може перевищувати 900 кг? Розміри дошки $300 \times 20 \times 3 \text{ см}$.

3.2 Каністра ємністю 10 л, заповнена бензином, має масу 8,2 кг. Визначте масу порожньої каністри.

4.2 Маса сталеві деталі об'ємом 200 см^3 становить 1,56 кг. Суцільною чи порожнистою є ця деталь? Якщо порожниста, то знайдіть об'єм порожнини.

5.2 Снігопад в місті Хмельницькому тривав 5 год. Сніжинки падали вертикально. Тонкостінний бак, що має форму куба з ребром 1 м з повністю відкритим верхом, заповнився снігом наполовину. Зі снігу отримали 75 л води. Яка густина снігу, що впав? Яка маса снігу випала на територію міста, якщо його площа 112 км^2 ? Яка висота снігового покриву утворювалася протягом години, якщо сніг падав рівномірно? Густина води $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг м}^3$.

6.2 Відомо, що після того, як з каністри об'ємом 8 л вилили всю воду, там залишилось 2,4 мл води у вигляді крапель на стінках. Потім каністру щільно закрили корком і поставили на сонці. У результаті вся вода всередині каністри випарувалася. Визначте густину отриманого газу, якщо початкова густина повітря дорівнює $1,2 \text{ кг/м}^3$.

7.2 Знайдіть густину сплаву з алюмінію та нікелю, якщо для виготовлення 400 см^3 сплаву використали 810 г алюмінію. 2700 кг/м^3 – густина алюмінію, 8900 кг/м^3 – густина нікелю.

8.2 У посудину об'ємом $V = 1$ л, частково заповнену водою, опустили шматок міді масою $m = 3.56$ кг, при цьому частина води вилилася через край посудини. Коли шматок міді витягли з посудини, то води в посудині залишилося $\frac{3}{4}$ від початкового об'єму. Знайдіть початковий об'єм води в посудині. Густина міді $\rho = 8,9$ кг м³.

9.2 Яка густина суміші гліцерину і спирту, якщо об'єм спирту складає половину об'єму суміші? Густина гліцерину 1260 кг/м³, а густина спирту 800 кг/м³.

10.2 На будівництві іноді використовують пінобетон, густина якого 600 кг м³. У скільки разів стіна висотою один метр, довжиною 15 м і товщиною 25 см із такого бетону, легша, ніж із цегли? Густина цегли 1800 кг м³?

11.2 Учень визначає густину тіла, виготовленого зі сплаву двох речовин. Яке значення густини одержить учень після обчислень, якщо маси обох речовин однакові, а їхні густини відповідно дорівнюють 3 г/см³ і 6 г/см³?

12.2 Маса пробірки, заповненої водою, дорівнює $m_1 = 50$ г. Маса цієї ж пробірки, заповненої водою, але зі шматком металу в ній масою $m_m = 12$ г, становить $m_2 = 60.5$ г. Який метал поміщено у пробірку?

13.2 У посудину, заповнену водою, поміщають шматок алюмінієвого сплаву. Після того як частина води вилилася з посудини, маса посудини з рештою води і шматком сплаву збільшилась на $m_1 = 25$ г. Коли замість води використали олію з густиною $\rho_o = 0,9$ г см³ і повторили вимірювання, то маса посудини з олією і шматком сплаву збільшилась на $m_2 = 26$ г. Визначити густину сплаву. Густина води $\rho_v = 1$ г см³.

14.2 Латунь за масою складається з 65% міді й 35% цинку. Визначити густину сплаву?

15.2 Маса сплаву золота і срібла дорівнює $m = 400$ г, а його густина - $\rho = 1,4 \cdot 10^4$ кг м³. Зважаючи, що об'єм сплаву дорівнює сумі об'ємів його складових частин, визначити масу золота і відсотковий вміст його у сплаві.

16.2 Якою є маса суцільного алюмінієвого куба, якщо площа його поверхні 150 см²? Густина алюмінію 2700 кг/м³.

17.2 Є два куби: один з жовтого металу, другий – з білого. Ребро одного із кубів дорівнює 5 см, другого – 6 см. Чи може один із цих кубів бути золотим, а другий – срібним, якщо жовтий куб легший? ($\rho_{\text{срібла}} = 10500$ кг м³, $\rho_{\text{золота}} = 19300$ кг м³).

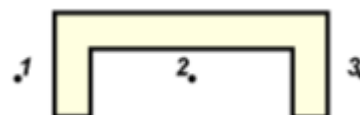
III. СВІТЛОВІ ЯВИЩА

1.3 Якою має бути відстань нашого ока від плоского дзеркала, щоб найбільш детально роздивитися деталі веселкової оболонки?

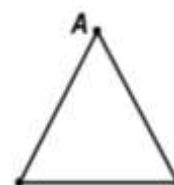
2.3 Буква **R** знаходиться поблизу двох дзеркал, розташованих перпендикулярно одне до одного (див. 10ал.). Побудуйте зображення букви в дзеркалах. Скільки зображень утвориться?



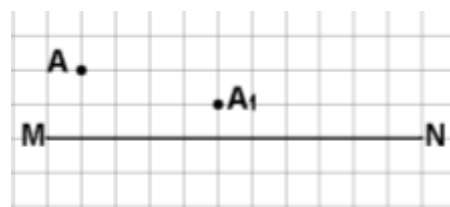
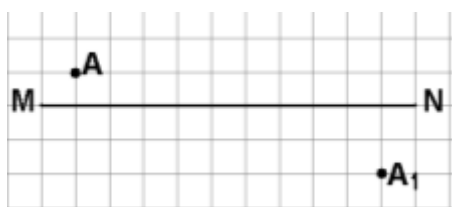
3.3 Перед будинком потрібно розташувати ліхтар таким чином, щоб точки 2 і 3 були освітлені, а точка 1 знаходилася в тіні (див. мал.). Зобразіть малюнок і вкажіть область, де можна розташувати цей ліхтар.



4.3 На малюнку позначене положення предмета A і його зображення A_1 і A_2 в плоских дзеркалах. Накресліть розташування дзеркал.



5.3 MN – головна оптична вісь лінзи, A – світна точка, A_1 – її зображення. Побудуйте хід променів у даних випадках. Знайдіть положення оптичного центра лінзи та її фокусів. Вкажіть вид лінзи.



IV. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

1.4 Третину дороги хлопчик проїхав велосипедом зі швидкістю 20 км/год, а решту шляху йшов пішки зі швидкістю 5 км/год. Визначте середню швидкість хлопчика на всьому шляху.

2.4 Катер плыв по річці проти течії з постійною швидкістю. У деякий момент із катера випав предмет. Через $t = 50$ с втрата виявилась. Катер повернувся і наздогнав пропажу на віддалі $s = 100$ м нижче від того місця, де предмет упав у воду. Яка швидкість течії?

3.4 Моторний човен пливе річкою від пункту A до пункту B за 2 години, а на зворотний шлях він затрачає 6 годин. Після заміни двигуна швидкість човна відносно води збільшилась удвічі. За який час човен перепливе від пункту A до пункту B після заміни двигуна?

4.4 Дві прямі дороги перетинаються під кутом 90° . Від цього перехрестя рухаються два автомобілі: один – зі швидкістю $v_1 = 20$ м/с, а другий – зі швидкістю $v_2 = 15$ м/с. Яка відстань буде між автомобілями через 2 год?

5.4 Відстань між пунктами А і В дорівнює 180 км. Із цих пунктів одночасно назустріч один одному вирушили два автомобілі. Перший – із пункту А – зі швидкістю 40 км/год, другий – із пункту В – зі швидкістю 20 км/год. Побудуйте графіки їх руху і визначте час і місце зустрічі від пункту А.

6.4 Автомобіль проходить першу третину шляху зі швидкістю v_1 , а решту шляху – зі швидкістю $v_2 = 50$ км/год. Яка швидкість руху на першій ділянці шляху, якщо середня швидкість на всьому шляху $v_c = 37.5$ км/год?

7.4 Спостерігач, який стояв на пероні, побачив пару над свистком паровоза, що наближався прямолінійною ділянкою шляху, і через 3 с почув гудок. Через 1 хв паровоз промчав біля спостерігача. Яка швидкість руху паровоза, якщо швидкість звуку 340 м/с?

8.4 Із якою швидкістю тече вода у каналі, що має ширину 1,5 м і глибину 0,6 м, якщо відомо, що за 100 с її протекло 45 м^3 ?

9.4 Комбайн під час роботи захоплює смугу завширшки 4 м. Скільки гектарів скосить комбайн за 8 годин роботи, якщо його середня швидкість 5,2 км/год?

10.4 Із міста А виїхав велосипедист зі швидкістю 36 км/год. Через 0,5 год із міста В виїхав другий велосипедист, що рухався у тому ж напрямі зі швидкістю 18 км/год. За скільки часу перший велосипедист наздожене другого, якщо віддаль між містами 42 км?

11.4 У тиху погоду швидкість приземлення парашутиста – 4 м/с. Якою буде його швидкість, якщо в горизонтальному напрямі дме вітер із швидкістю 3 м/с? Задачу розв'яжіть графічно.

12.4 Бікфордів шнур горить зі швидкістю 0,8 см/с. Який завдовжки шнур слід узяти, щоб до моменту вибуху відбігти на віддаль 120 м зі швидкістю 4 м/с?

13.4 Радіосигнал, швидкість поширення якого $3 \cdot 10^8$ м/с, іде на Місяць і повертається на Землю за 2,56 с. За який час таку ж відстань подолає сучасний реактивний літак, що рухається зі швидкістю 400 м/с?



14.4 Між двома пунктами, розміщеними на річці на віддалі 56 км один від одного, курсує катер. За який час катер подолає цю віддаль за течією, якщо проти течії він пройде її за 4 год? Швидкість катера у стоячій воді становить 15 км/ год.

15.4 Через річку перепливає човен, витримуючи напрям, перпендикулярний до течії. Швидкість човна у стоячій воді – 1,4 м/с, швидкість течії – 0,7 м/с, річка завширшки 303 м. На скільки метрів знесе човен униз за течією?

16.4 Віддаль між двома містами 290 км. Із цих міст одночасно назустріч один одному вирушили два автомобілі. Швидкість першого – 72 км/год. За 2 год руху вони перебували на віддалі 26 км. Із якою швидкістю рухався другий автомобіль?

17.4 Стіл стругального верстата рухається вперед, тобто наближається до різця зі швидкістю 0,12 м/с, а назад – зі швидкістю удвічі більшою. Скільки потрібно часу, щоб обробити площу завдовжки 2,7 м, завширшки 40 см, якщо стружка завширшки 2 мм, а різець знімає стружку, коли стіл рухається вперед?

18.4 Швидкість звуку у повітрі – 340 м/с, а швидкість радіохвиль – 300 000 км/с. У залі оперу слухає глядач, який перебуває на відстані 34 м від оркестру, і радіослухач, який знаходиться на відстані 6000 км. Хто раніше почує звук? На скільки?

19.4 Із пункту А до пункту В виїхав мотоцикліст із середньою швидкістю 72 км/год. На якій віддалі від пункту В він зустрине пішохода, який одночасно вийшов йому на зустріч зі швидкістю 2 м/с, якщо віддаль між містами 22 км?

20.4 Ескалатор метро піднімає нерухомого пасажира за 1 хв. Нерухомим ескалатором пасажир підніметься за 3 хв. Скільки часу підніматиметься пасажир, якщо він іде в гору рухомим ескалатором?

21.4 По шосе паралельно залізниці їде велосипедист із швидкістю 12 км/год. Його наздоганяє потяг завдовжки 140 м і обганяє велосипедиста за 8 с. Яка швидкість потяга?

22.4 Першу половину шляху автомобіль рухався зі швидкістю 60 км/год, а другу – зі швидкістю 40 км/год. Яка середня швидкість за весь час руху?

23.4 Колона автомобілів завдовжки 4,5 км рухається зі швидкістю 18 км/год. Із початку колони у її кінець командир посилає мотоцикліста з наказом. Посланець рухається зі швидкістю 54 км/год, не зупиняючись, вручає наказ і повертається до початку колони. Скільки часу тривала поїздка мотоцикліста?

24.4 Прямолінійним шосе в одному напрямі рухаються два велосипедисти. Швидкість першого велосипедиста 10 м/с, швидкість другого – 20 м/с. Віддаль між ними у початковий момент часу дорівнювала 200 м. За скільки часу віддаль між ними буде 600 м?

25.4 Легковий автомобіль рухається із швидкістю 20 м/с за вантажним, швидкість якого 16,5 м/с. У момент обгону водій легкового автомобіля побачив зустрічний автобус, що рухався зі швидкістю 25 м/с. За якої найменшої відстані від легкового автомобіля до автобуса можна починати обгін, якщо легковий автомобіль був за 15 м до вантажівки, а під кінець обгону повинен бути на 20 м попереду?

26.4 Відстань між пунктами А і В – 30 км. Із цих пунктів одночасно в одному і тому ж напрямі вирушають два автомобілі. Через скільки часу перший автомобіль, швидкість якого 72 км/год, наздожене другого, який рухається зі швидкістю 54 км/год?

27.4 Спостерігач почув звук у зеніті, хоча літак, який летів горизонтально над спостерігачем, уже перебував під кутом 60° до горизонту. Із якою швидкістю рухався літак, якщо швидкість звуку у повітрі 320 м/с?

28.4 Шлях до міста турист подолав із середньою швидкістю 32 км/год частково пішки, частково мікроавтобусом, а решту шляху – електропотягом. З якою швидкістю була пройдена кожна ділянка шляху, якщо їх довжини відносяться як 1 : 4 : 45, а відповідні інтервали часу відносяться як 4 : 1 : 20?

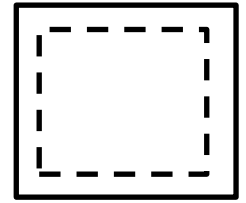
29.4 Ковбой – початківець, накинувши ласо на бика, що біжить, від ривка полетів уперед зі швидкістю 5 м/с, а швидкість бика зменшилася від 9 м/с до 8 м/с. Яка маса бика, якщо маса ковбоя 70 кг?

30.4 Школярі, побувавши в місті Кам'янець – Подільський, поверталися в Хмельницький автобусом, який рухався з швидкістю $v_1 = 70$ км год. Коли розпочався дощ, водій знизив швидкість до $v_2 = 60$ км год. Коли дощ закінчився, до Хмельницького залишалось $s = 40$ км. Автобус поїхав з швидкістю $v_3 = 75$ км год і прибув до Хмельницького в точно запланований час. Скільки часу йшов дощ? Яка середня швидкість руху автобуса?

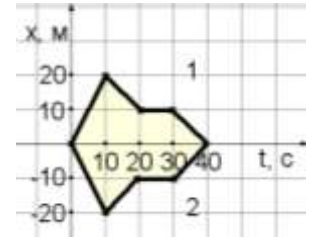
31.4 Паперовий циліндр радіусом 50 см обертається навколо вертикальної осі з частотою 3000 об/хв. Для визначення швидкості кулі в нього стріляють з пневматичної гвинтівки по центру бічної поверхні в горизонтальному напрямку. Куля пробиває циліндр, і в його поверхні виявляється лише один отвір. З якою швидкістю летіла куля?

32.4 Здійснюючи забіг на 400 м два рівноцінних бігуни Іваненко і Петренко використовують різну тактику боротьби за перше місце. Іваненко першу половину дистанції біжить з швидкістю $v_1 = 4$ м с, а другу - $v_2 = 6$ м с. Петренко вибрав іншу тактику, він половину часу біжить з швидкістю $u_1 = 4$ м с, а другу половину - $u_2 = 6$ м с. Хто з них переможе в забігу і з яким відривом?

33.4 Дельфін пливе зі швидкістю 18 км/год уздовж стінок квадратного басейну, описуючи квадрат на постійній відстані від прямолінійних ділянок стінок. Вид зверху даний на малюнку. За 1 хв він повністю «обходить» басейн 3 рази. Знайти відстань між дельфіном і стінкою. Довжина кожної стінки 30 м.

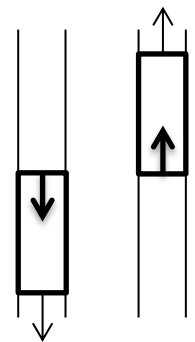


34.4 Двоє вартових, рухаючись прямолінійно, охороняють з протилежних сторін один невеликий об'єкт. Графіки залежності координат вартових від часу дані на малюнку. Побудуйте:

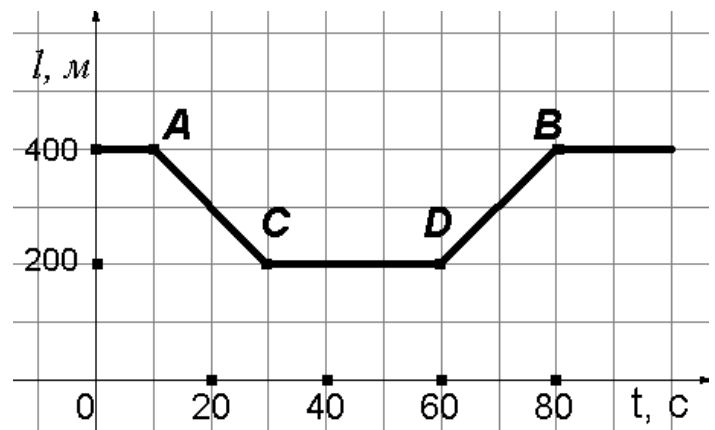


- 1) графіки залежності швидкості v_x вартових від часу,
- 2) графік залежності швидкості u_x другого вартового відносно першого від часу.

35.4 Два трамваї, які рухалися назустріч, проходять прямолінійну ділянку колії довжиною 480 м зі швидкостями 10 м/с. Кондуктори ходять від задніх майданчиків до передніх і назад зі швидкостями 2 м/с. Відстані між майданчиками у вагонах 12 м. У середині ділянки кондуктори порівнялися, перебуваючи на задніх майданчиках (див. мал.). Побудуйте графіки залежностей шляху та швидкості кондукторів відносно землі від часу з моменту зустрічі кондукторів до моменту досягнення ними кінців ділянки. Через скільки часу кондуктори опиняться на кінцях ділянки, якщо за початковий момент прийняти момент зустрічі кондукторів?



36.4 По довгому прямолінійному шосе автомобілі рухаються зі сталою швидкістю v_1 , а по мосту з іншою сталою швидкістю v_2 . На малюнку зображений графік залежності відстані l між двома автомобілями, що рухаються один за одним від часу t . Знайдіть швидкості v_1 і v_2 , а також довжину мосту L .



37.4 По горизонтальній площині ковзає без тертя точкова шайба маси m . Швидкість шайби v . Перпендикулярно напрямку руху шайби рухається стрічка транспортера з такою ж за модулем швидкістю v . Сила тертя між поверхнями шайби і транспортера F . Якою має бути ширина транспортера H для того, щоб шайба переїхала через нього?

38.4 Катер, рухаючись без зупинок, піднявся річкою проти течії на деяку відстань, потім повернувся назад до пункту відправлення. Швидкість катера в стоячій воді 3 м/с. Обчисліть швидкість течії річки, якщо відомо, що середня швидкість руху становить 15/16 від швидкості катера в стоячій воді.

39.4 Скільки обертів за хвилину повинен робити педалями велосипедист, щоб рухатися з швидкістю 18 км/год, якщо діаметр коліс велосипеда 70 см, ведуча зубчатка має 48 зубців, а ведена – 15 зубців?

40.4 Відстань між двома станціями поїзд проїхав за 20 хв. Розгін та гальмування разом тривало 4 хв, а решту часу поїзд рухався рівномірно з швидкістю 80 км/год. Якою була середня швидкість поїзда, та відстань між станціями? Вважайте, що швидкість потяга при розгоні і гальмуванні з часом змінювалась лінійно.

41.4 Кільце радіуса $R = 5$ м спаяне з двох на пів кілець – мідного і олов'яного. Через який час зустрінуться звукові хвилі, збуджені ударом по місцю зварювання? Швидкість звуку в міді $v_m = 4700$ м/с, олові - $v_o = 3320$ м/с.

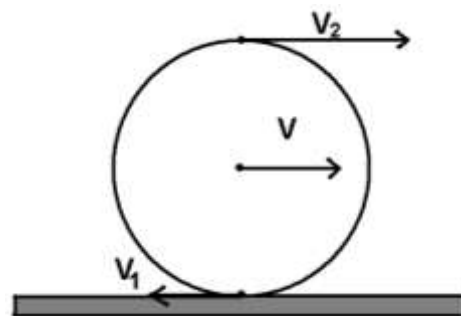
42.4 Пішохід, велосипедист і мотоцикліст рухаються по шосе в один бік зі сталими швидкостями. У той момент, коли велосипедист і мотоцикліст були в одній точці, пішохід був по переду на 10 км. Коли мотоцикліст наздогнав пішохода, велосипедист був на 5 км позаду них. На скільки кілометрів мотоцикліст випереджатиме пішохода у той момент, коли велосипедист наздожене пішохода?

43.4 На дистанції 1500 м одночасно стартували два бігуни. Перший пробіг половину шляху зі швидкістю 4 м/с, а другу половину зі швидкістю 6 м/с. Другий пробіг половину часу, витраченого на подолання всієї дистанції, зі швидкістю 4 м/с, а другу половину зі швидкістю 6 м/с. Який із бігунів фінішував першим і на скільки метрів випередив другого?

44.4 Дві людини одночасно ступають на ескалатор з протилежних сторін і рухаються назустріч одне одному з однаковими швидкостями відносно ескалатора - $V = 2$ м/с. На якій відстані від входу на ескалатор вони зустрінуться? Довжина ескалатора $L = 100$ м, його швидкість $U = 1,5$ м/с.

45.4 З якою швидкістю рухається велосипедист на велосипеді при частоті обертання педалей 1 об/с, якщо діаметр колеса велосипеда дорівнює 50 см, ведуча зубчатка має 48 зубців, ведена – 15 зубців?

46.4 Колесо, проковзуючи, котиться по рівній горизонтальній дорозі. Знайдіть швидкість центра колеса v , якщо відомо, що швидкість його нижньої точки $v_1 = 2$ м/с, а верхньої - $v_2 = 10$ м/с.



47.4 Два хлопчики перекидаються м'ячем рухаючись одночасно назустріч один одному. Визначити шлях, який пролетить м'яч, за час, протягом якого відстань між хлопчиками скоротилась від l_1 до l_2 . Швидкість одного хлопчика v_1 , а швидкість

другого - v_2 , швидкість м'яча - v . Часом перебування м'яча в руках можна знехтувати. Вважати політ м'яча горизонтальним.

48.4 Велосипедист їде по пересічній місцевості. Коли дорога йде вгору, його швидкість становить 5 км/год, згори – 20 км/год. Яка його середня швидкість, якщо загальний шлях, пройдений при підйомі, такий самий, як і при спуску?

49.4 Пункти А і В знаходяться вище і нижче за течією річки. Катер відпливає з пункту А і, дійшовши до пункту В, одразу розвертається і повертає в пункт А. Швидкість течії річки $v_T = 3$ м/с. Визначте середню швидкість катера за весь час руху. Відомо, що на шлях з пункту А в пункт В катер затратив в 2 рази менше часу, ніж на зворотній шлях. Швидкість катера відносно води не змінювалася.

50.4 Пішохід пройшовши $4/7$ вузького моста, коли він помітив машину, яка наближалася до нього спереду і з якою він не зміг би розминутися. Все-таки він продовжував іти й дійшов до кінця моста одночасно з машиною. Виявилось, що коли б він повернув назад, помітивши машину, то підійшов би до початку мосту також одночасно з машиною. Вважаючи, що пішохід і машина весь час рухалися із постійною швидкістю, знайти відношення їхніх швидкостей.

51.4 Людина збігає рухомим ескалатором і нараховує 50 східців. Іншого разу вона збігає зі швидкістю удвічі більшою і нараховує 75 східців. Скільки східців нараховує людина на нерухомому ескалаторі?

52.4 Завершуючи сотий круг, лідер велогонки випередив основну групу на 3 круги. Яка середня швидкість лідера, якщо середня швидкість групи 45 км/год?

53.4 Пройшовши $3/8$ довжини мосту, віслюк Іа-Іа зауважив позаду себе на дорозі автомобіль, який рухався зі швидкістю 60 км/год. Якщо віслюк побіжить назад, то він зустріне з автомобілем на початку мосту, а якщо вперед, то автомобіль наздожене його в кінці мосту. З якою швидкістю бігає Іа-Іа?

54.4 Ескалатор метро опускає людину на платформу, якщо вона збігає вниз, за 1 хв. За скільки часу опуститься людина, яка стоїть на ескалаторі, якщо вгору ескалатором, що опускається, вона вибігає за 4 хв? Швидкість бігу людини відносно сходинок ескалатора вважати в обох випадках однаковою.

55.4 Турист, вийшовши з палатки, йшов рівниною, піднявся на гору й одразу повернувся тією ж дорогою. При цьому він пройшов 12 км, а вся подорож зайняла 3 год 30 хв. Яка довжина спуску, якщо рівниною турист йшов зі швидкістю 4 км/год, вгору – зі швидкістю 2 км/год, а вниз – зі швидкістю 6 км/год?

56.4 Від пристані А униз за течією одночасно рушили пліт та моторний човен. Допливши до пристані В, човен одразу повернув назад, повернувся до А, знову

розвернувся і прибув до В одночасно з плотом. Визначити швидкість човна відносно води, якщо швидкість течії 1 м/с.

V. СИЛИ В ПРИРОДІ

1.5 Дубову балку площею поперечного перерізу $0,04 \text{ м}^2$ і завдовжки 5 м зрівноважили з балоном ртуті. Чому дорівнює об'єм ртуті, якщо сам балон має масу 24 кг?

2.5 Під дією сили 3,5 Н довжина пружини динамометра дорівнює 5,3 см, а під дією сили 2 Н довжина цієї пружини – 4,1 см. Яка довжина пружини без навантаження?

3.5 Із якою швидкістю знижується рівень води у резервуарі, що має площу поперечного перерізу 1 м^2 , якщо швидкість течії води у вивідній трубі, яка має переріз 20 см^2 , дорівнює 2 м/с? Яка маса води витікає за 1 с?

4.5 Скільки витків нікелінового дроту завтовшки 2 мм, вагою 4,25 Н можна намотати на циліндр діаметром 10 см?

5.5 Дах будинку площею 1000 м^2 покритий шаром снігу завтовшки 10 см. Об'ємна вага снігу – 2 кН/м^3 . Який об'єм води утвориться під час танення цього снігу?

6.5 До динамометра підвісили сталевий брусочок, розміри якого $2 \text{ см} \times 3 \text{ см} \times 1 \text{ см}$. На скільки видовжилась пружина динамометра, якщо під дією сили 1Н вона видовжується на 1 см?

7.5 Дано дріт, 5 м якого мають вагу 0,8 Н. Обчисліть з точністю до 1 мм, якої довжини треба відрізати шматки цього дроту, щоб дістати важки масою 1 г, 5 г і 10 г.

8.5 Тіло масою 4 кг рівномірно тягнуть уздовж стола за допомогою пружини жорсткістю 100 Н/м. Визначте видовження пружини, якщо коефіцієнт тертя 0,2.

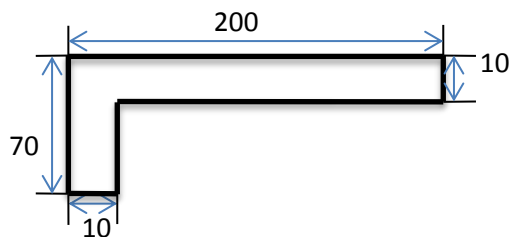
9.5 Щоб зсунути з місця шафу масою 120 кг, паралельно до підлоги приклали зусилля 150 Н, але шафа не зрушила з місця. Визначте, скільки книжок, масою по 500 г кожна, потрібно вийняти з шафи, щоб зрушити шафу з місця. Коефіцієнт тертя спокою 0,25.

10.5 Визначте, з якою силою треба підтримувати знизу пакет із 3-літровою банкою молока, якщо його ручки витримують силу 25 Н, а маса порожньої банки 420 г.

11.5 На фарфоровий циліндр радіусом 5 см намотали в один шар виток до витка нікеліновий дріт завтовшки 2 мм. Довжина циліндра 10 см. Яка вага дроту?

12.5 Сокіл завдяки висхідному потоку повітря нерухомо ширяє у небі. Маса сокола – 0,5 кг. Зобразіть графічно сили, які діють на сокола (масштаб: 1 см – 4,9 Н). Чому дорівнює рівнодійна цих сил?

13.5 Косинець виготовлений з алюмінію, що має розміри, вказані на малюнку (у мм). У скільки разів його вага була б більшою, якби він був виготовлений зі сталі? Яка його вага, якщо косинець завтовшки 5 мм?



14.5 Мідний брусок рівномірно переміщують за допомогою динамометра по горизонтальній поверхні. Який його об'єм, якщо показ динамометра 4,3 Н, а сила тертя дорівнює 0,3 його ваги ($\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)?

15.5 Електропоїзд масою 2800 т рівномірно рухається горизонтальною дорогою. Яку частину від ваги поїзда становить сила тертя, якщо електровоз розвиває силу тяги 84 кН?

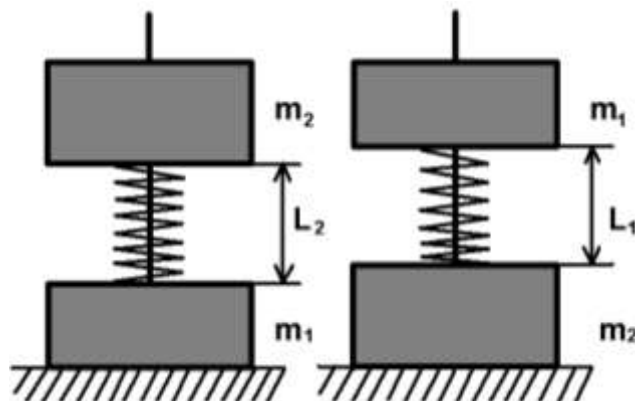
16.5 Вантажопідйомність автомобіля $4 \cdot 10^4$ Н. Скільки кубічних метрів ґрунту перевезли за 525 рейсів, коли відомо, що густина ґрунту 1400 кг/м^3 ?

17.5 Латунний брусок розмірами $10 \text{ см} \times 8 \text{ см} \times 5 \text{ см}$ підвісили до пружини. У скільки разів сила пружності менша від сили 100 Н ($g = 9,8 \text{ Н/кг}$)?

18.5 До стелі підвішена пружина з кулькою масою 100 г. До кульки прикріплена друга така ж пружина з кулькою масою 200 г. Довжини недеформованих пружин рівні 15 см, жорсткість 100 Н/м. Знайти відстань від стелі до нижньої кульки. Масою пружин і розмірами кульок знехтувати. $g=10 \text{ Н/кг}$.

19.5 Щоб пружина видовжилася до 15 см, потрібно прикласти силу 45 Н, а до 18 см – 72 Н. Яка жорсткість цієї пружини?

20.5 Два бруски масами $m_1 = 200 \text{ г}$ і $m_2 = 300 \text{ г}$ з'єднані легкою пружиною і насаджені на гладку вертикальну спицю. Нижній кінець спиці впирається у горизонтальну поверхню стола. Коли зверху знаходиться вантаж масою m_2



(див. мал.), довжина стиснутої пружини дорівнює $L_2 = 12$ см, а якщо вантажі поміняти місцями, вантаж масою m_1 зверху (див. мал.), довжина стиснутої пружини стане рівною $L_1 = 14$ см. Яка жорсткість пружини?

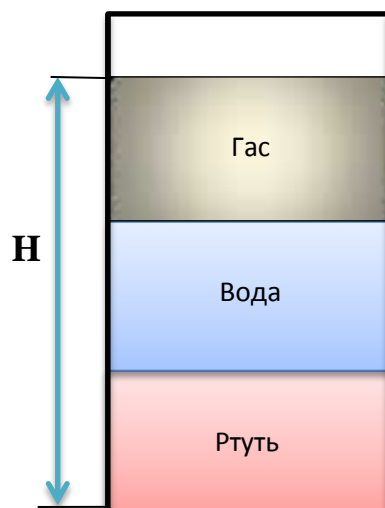
VI. ТИСК РІДИН ТА ГАЗІВ

1.6 Біля фундаменту будинку тиск у водопроводі 50 Н/см^2 . Із якою силою діє вода на отвір крана, який знаходиться на висоті $1,5$ м і має площі $0,5 \text{ см}^2$?

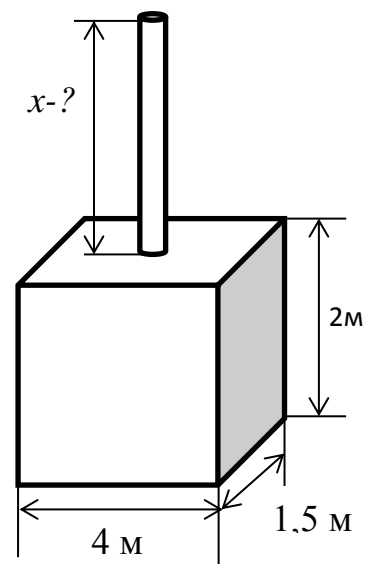
2.6 Малий поршень гідравлічного преса за один хід опускається на 25 см, а великий – піднімається на 5 мм. Яка сила тиску передається на великий поршень, якщо на малий діє сила 200 Н ?

3.6 У посудині з водою втримують на тросі сталевий брусок розмірами $0,1 \times 0,2 \times 5$ м. На скільки зменшиться сила тиску на дно посудини, якщо брусок вийняли з води.

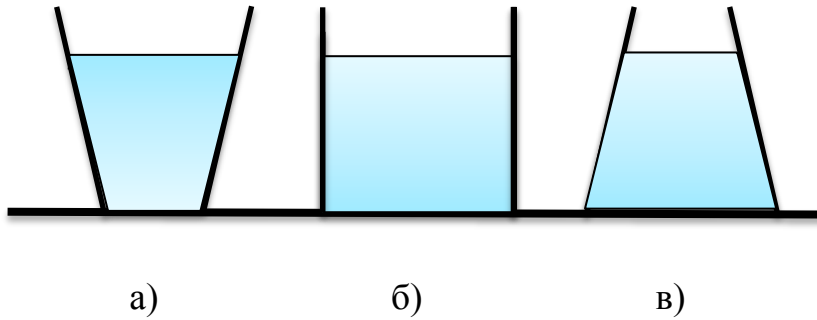
4.6 У циліндричну посудину налито ртуть, воду і гас. Загальний тиск на дно посудини становить $6,16 \text{ кПа}$. На якій висоті знаходиться верхній рівень рідини, якщо об'єми цих рідин однакові?



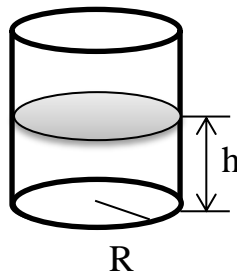
5.6 Бак для води має такі розміри: $4 \text{ м} \times 1,5 \text{ м} \times 2 \text{ м}$. З отвору кришки бака вертикально вгору виходить трубка (див. рис.). Сила тиску, що діє на дно, коли бак і трубка повністю наповнені водою, дорівнює 176 кН . Яка довжина трубки?



6.6 У якій із посудин сила тиску на дно більша, ніж вага рідини? Обґрунтуйте.



7.6 До якої висоти потрібно налити воду в циліндричну посудину, щоб сили тиску на дно і на стінки посудини були однаковими (площа круга $S = \pi R^2$, $L = 2\pi R$)?



8.6 Канал завширшки 10 м і завглибшки 5 м заповнено водою і перегороджено греблею. Із якою силою діє вода на греблю?

9.6 Посудину що має форму куба з ребром 2 м, повністю заповнили водою. Яка сила тиску на дно і бокову стінку ($g=9,8$ Н/кг)?

10.6 У сполучені трубки налита ртуть, поверх якої в одне коліно – стовпчик олії заввишки 48 см, а в друге – гас. Рівень ртуті у стовпчику з олією на 2 см нижчий, ніж у коліні із ртуттю. Яка висота стовпчика гасу?

11.6 В циліндричну посудину налита вода і гас однакової маси. Загальна висота шарів 18 см. Визначити тиск на дно посудини. Густини води – 1000 кг/м³, гасу – 800 кг/м³.

VII. АРХІМЕДОВА СИЛА

1.7 Яка піднімальна сила аеростата, наповненого воднем, якщо його об'єм – 2000 м³, а вага оболонки – $8,2$ кН?

2.7 Вага тіла у воді в 5 разів менша, ніж у повітрі. Яка густина речовини тіла?

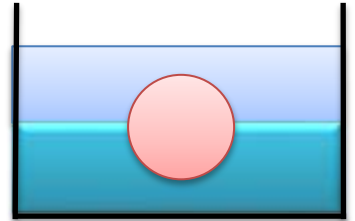
3.7 Якого найменшого об'єму має бути надувний човен масою 7 кг, щоб утримати на воді рибалку, вага якого 380 Н?

4.7 Крижина, що плаває в морі, має об'єм 1188 м^3 . Який об'єм крижини над водою?

5.7 Злиток сплаву золота і срібла у повітрі важить 3 Н , а у воді – $2,75 \text{ Н}$. Визначте масу золота у зливку ($g = 9.8 \text{ Н/кг}$).

6.7 Предмет, маса якого 500 г , опустили у мензурку з ціною поділки 50 мл , унаслідок чого рівень води у мензурці підвищився на 12 поділок. Яку силу потрібно прикласти, щоб предмет і не тонув, і не спливав?

7.7 На межі поділу двох рідин, які не змішуються, з густиною $\rho_1 = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ і $\rho_2 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плаває куля так, що відношення об'ємів верхньої частини до нижньої занурених у рідини частин кулі дорівнює $\frac{V_1}{V_2} = 2$. Яка густина кулі?



8.7 Порожниста цинкова куля плаває у воді так, що половина її занурена у воду. Який об'єм порожнини, якщо вся куля має об'єм 200 см^3 ($\rho = 7,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)?

9.7 Суцільний куб зі стороною 1 м , плаває у воді так, що глибина занурення нижньої грані дорівнює 25 см . Після того, як на нього поклали камінь об'ємом 10 дм^3 , глибина занурення нижньої грані збільшилася на 2 см . Яка густина речовини куба і каменю?

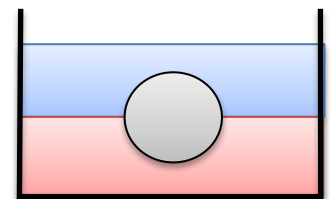
10.7 Яка площа плоскої крижини, що має товщину 40 см і здатна вдержати людину масою 75 кг ?

11.7 Океанський нафтовий танкер має водотоннажність 828 МН . Чому дорівнює об'єм його підводної частини?

12.7 Яку найменшу кількість колод завдовжки 5 м і площею поперечного перерізу 300 см^2 потрібно взяти, щоб побудувати пліт, на якому перевозитимуть машину масою $2,5 \text{ т}$ (густина дерева $0,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)?

13.7 Шматок латуні (сплав міді і цинку) у повітрі важить $8,4 \text{ Н}$, а у воді – $7,4 \text{ Н}$. Скільки міді є в цьому шматку ($\rho_{\text{м}} = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\rho_{\text{ц}} = 7,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)?

14.7 У посудину налили ртуть, а зверху – олії ($\rho_{\text{р}} = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\rho_{\text{о}} = 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$). Яка густина кулі, якщо вона плаває, наполовину занурившись у ртуть?



15.7 Аеростат разом із вантажем важить 2415 Н . Який об'єм

газу потрібно взяти, щоб підняти аеростат, якщо газ має густину $0,6 \text{ кг/м}^3$?

16.7 Пароплав увійшов у гавань і вивантажив частину вантажу. При цьому його осадка зменшилась на 60 см. Скільки вантажу залишив пароплав, якщо його площа перерізу на рівні ватерлінії дорівнює 5400 м^2 ?

17.7 Деяка кулька у повітрі має вагу $0,52 \text{ Н}$, у воді – $0,32 \text{ Н}$, у розчині мідного купоросу – $0,29 \text{ Н}$. Яка густина мідного купоросу?

18.7 Для транспортування сталевих труб морем їх заварюють з обох кінців. Який найменший зовнішній радіус труби масою $3,9 \text{ т}$ завдовжки 5 м ?

$$(\rho_{\text{в}} = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, V_{\text{цил}} = \pi r^2 l)$$

19.7 Аеростат масою 500 кг і об'ємом 600 м^3 рівномірно піднімається вгору зі швидкістю 1 м/с . Чому дорівнює його піднімальна сила?

20.7 Потрібно виготовити пліт із піднімальною силою, не меншою ніж $1,2 \cdot 10^5 \text{ Н}$. Яку найменшу кількість соснових колод завдовжки 8 м і площею поперечного перерізу 400 см^2 слід узяти, щоб виготовити пліт ($g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}, \rho = 0,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)?

21.7 Порожниста скляна куля радіусом $0,1 \text{ м}$ і масою $0,5 \text{ кг}$ плаває у воді. Яку масу свинцю потрібно підвісити до кулі, щоб вона занурилася наполовину ($V_{\text{к}} = \frac{4}{3} \pi r^3$)?

22.7 Яка піднімальна сила аеростата, наповненого воднем, якщо його об'єм 2000 м^3 , а вага оболонки з обладнанням – 8200 Н ?

23.7 Чи плаватиме у воді пустотілий залізний кубик. Довжина ребра якого 20 см , а товщина стінок – $0,5 \text{ см}$?

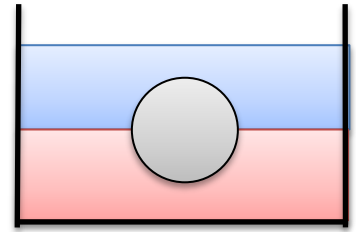
24.7 Шматок латуні (сплав міді і цинку) у повітрі важить 16 Н , у воді – 14 Н . Скільки міді та цинку є в цьому зразку?

25.7 На одній чашці терезів знаходиться посудина з водою, а на другій – штатив із підвішеним мідним тілом, що має масу 178 г ; вага перебуває в рівновазі. Якщо видовжити нитку і опустити тіло у воду, рівновага порушиться. Яку масу потрібно покласти на праву чашку ваги, щоб відновити рівновагу?

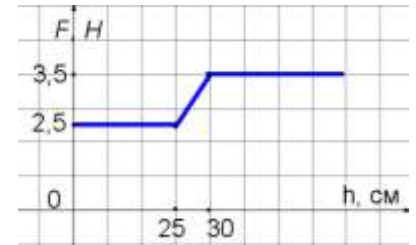


26.7 Підвішений до динамометра порожнистий алюмінієвий циліндр опустили в гас. При цьому покази динамометра зменшились в $1,5$ рази. Визначте, яку частину об'єму циліндра займає порожнина? Густина гасу 800 кг/м^3 , алюмінію 2700 кг/м^3 .

27.7 У посудину поверх ртуті налили воду і в цю рідину кинули сталеву кульку. Як розміститься кулька? Яка її частина буде знаходитися у воді? Товщина шарів рідин більша діаметра кульки. Густина сталі 7800 кг м^3 , ртуті - 13600 кг м^3 , води - 1000 кг м^3 .



28.7 Металевий брусок, що має форму куба, підвішений на довгій тонкій невагомій і нерозтяжній нитці так, що одна з його граней горизонтальна. За допомогою динамометра, прикріпленого до іншого кінця нитки, вимірюють вагу кубика у повітрі та в рідині, що знаходиться в широкій посудині. Залежність показів динамометра від відстані нижньої грані кубика до дна посудини подана на графіку, зображеному на малюнку. За даними графіка визначте висоту стовпа рідини в посудині, довжину ребра кубика, а також густину рідини та густину речовини, з якої виготовлено кубик. Зміною рівня рідини в посудині при зануренні кубика знехтувати. динамометр у рідину не занурюється. Силою Архімеда у повітрі знехтувати. При обчисленнях вважати $g=10 \text{ Н/кг}$.



29.7 У посудину налили дві рідини, що не змішуються. Густина рідин різна: $\rho_1 < \rho_2$.

На межі розподілу рідин плаває однорідний прямокутний брусок, занурений повністю в рідину. Густина матеріалу бруска ρ_3 більша за густину верхньої рідини ρ_1 , але менша за густину ρ_2 нижньої рідини ($\rho_1 < \rho_3 < \rho_2$). Яка частина об'єму, бруска перебуватиме у верхній рідині?



30.7 Учень вимірює густину металу. Для цього в пробірку, наповнену до країв водою, що має масу 44 г, він опускає шматочок металу масою 10 г і маса пробірки із вмістом стала рівна 53 г. Який результат він отримав? Густина води 1 г/см^3 .

31.7 Пароплав, що стояв у річковому порту вийшов в море де його осадка зменшилася. Коли пароплав довантажили вантажем $m_1 = 30 \text{ т}$, його осадка стала такою самою, як і у річковій воді. Визначте масу пароплава перед додатковим навантаженням (Густина морської води 1030 кг/м^3).

32.7 Робінзон Крузо виготовив на березі пліт з колод двох сортів, причому маса колод кожного сорту однакова. Густина деревини першого сорту становить $4/5$ від густини води, густина деревини другого сорту становить $5/4$ від густини води. Чи буде плавати такий пліт, якщо його спустити на воду? Масою і об'ємом з'єднувальних мотузок можна знехтувати.

33.7 Плавучий буй є суцільною пластиковою кулею до якої на довгому тросі прив'язано чавунний вантаж. У скільки разів об'єм кулі повинен перевищувати

об'єм вантажу, щоб куля була занурена у воду на $\frac{3}{4}$ свого об'єму? (Густина пластику 500 кг/м^3 , чавуну 7000 кг/м^3 , води 1000 кг/м^3).

VIII. РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ. ЕНЕРГІЯ.

1.8 Куля, що вилетіла зі швидкістю 600 м/с , долетіла до цілі із швидкістю 500 м/с . Маса кулі $0,01 \text{ кг}$. Яку роботу виконала сила опору?

2.8 Насосом, що приводиться в дію двигуном, потужність якого 18 кВт , за 24 год з нафтової свердловини викачують 85 м^3 нафти. ККД установки дорівнює 20% . Густина нафти – 780 кг/м^3 . Яка глибина свердловини?

3.8 Яку роботу потрібно виконати двигунам потяга, що має масу 800 т , щоб збільшити швидкість від 36 км/год до 54 км/год ?

4.8 Кран працює зі сталою потужністю, причому вантаж $m_1 = 1 \text{ т}$ піднімається зі швидкістю $v_1 = 2,5 \text{ м/с}$, а вантаж $m_2 = 1,5 \text{ т}$ – зі швидкістю $v_2 = 2 \text{ м/с}$. Чому дорівнює маса тари, у якій піднімають вантаж?

5.8 Автомобіль вагою 15 кН рухається зі швидкістю 27 км/год . Сила опору дорівнює $0,02$ його ваги. Яку потужність розвиває двигун?

6.8 Яку роботу потрібно виконати, щоб підняти вантаж масою 120 кг на висоту 10 м , користуючись нерухомим блоком, ККД якого 80% ?

7.8 Трактор рівномірно тягне плуг зі швидкістю 9 км/год , розвиваючи потужність $18,75 \text{ кВт}$. Чому дорівнює сила опору ґрунту?

8.8 Насос заповнює басейн водою за 200 с . Ємність басейну 10 м^3 і він знаходиться на висоті $1,8 \text{ м}$ над рівнем моря. Чому дорівнює потужність насоса, якщо його ККД дорівнює 90% ?

9.8 Упавши на землю з висоти 20 м , куля масою 5 кг заглибилась у ґрунт на 10 см . Чому дорівнює сила опору ґрунту?

10.8 Літак масою 3 т летить горизонтально зі швидкістю 50 м/с на висоті 400 м . У якийсь момент він починає знижуватись із вимкнутими моторами і сягає доріжки аеродрому, маючи швидкість 30 м/с . Яку роботу виконує сила опору повітря?

11.8 Куля масою $9,8 \text{ г}$, що летіла горизонтально, потрапляє у вантаж масою 9 кг , підвішений на легкому стержні, і застрягає в ньому. На яку висоту піднявся вантаж, якщо швидкість кулі 30 м/с ?

- 12.8** Яку роботу потрібно виконати, щоб рівномірно підняти на висоту 2 м у воді бетонну плиту розміром 1,5 м × 0,8 м × 0,4 м ($\rho_6 = 2,3 \cdot 10^3 \text{ кг м}^3$)?
- 13.8** Який шлях проїде автомобіль рівномірно за 2 год, розвиваючи силу тяги 900 Н при потужності 30 кВт?
- 14.8** Тепловоз масою 500 т збільшив свою швидкість від 0 км/год до 72 км/год і пройшов 3600 м. Чому дорівнює сила опору, якщо двигуни виконали роботу 188 МДж?
- 15.8** Чому дорівнює сила тяги двигуна шахтної кліті, який за 30 с піднімає кліть на висоту 100 м при ККД 80 %, якщо його потужність 368 кВт?
- 16.8** Підйомний кран за 8 год роботи піднімає $3 \cdot 10^6$ кг будівельних матеріалів на висоту 12 м. Чому дорівнює його ККД, якщо він використовує потужність 20,4 кВт?
- 17.8** Бак із водою знаходиться на висоті 8 м. Він вміщає 5 м^3 води. Яку роботу потрібно виконати, щоб заповнити повністю бак із криниці глибиною 10 м?
- 18.8** Щоб пробити броню завтовшки 10 мм, потрібно виконати роботу 8 кДж. Чи проб'є таку броню снаряд масою 0,15 кг, що має швидкість 300 м/с? Яка його кінетична енергія?
- 19.8** До короткого плеча важеля підвісили вантаж масою 100 кг. Щоб його підняти, до довгого плеча приклали силу 250 Н. Вантаж при цьому піднявся на висоту 0,08 м, а точка прикладання рушійної сили опустилась на 0,4 м. Чому дорівнює ККД важеля?
- 20.8** Планер масою 500 кг на висоті 1000 м має швидкість 40 м/с, а коли приземляється – 10 м/с. Яку роботу виконує сила опору повітря?
- 21.8** Агрегат, з'єднаний із трактором, має тяговий опір 33250 Н. Під час роботи трактор розвиває середню швидкість 1,5 м/с. Яку роботу виконає трактор за 20 с? Яка його потужність?
- 22.8** Скільки води можна підняти із шахти завглибшки 350 м за 2 год роботи, якщо мотор має потужність 10 кВт, а ККД установки 50% ?
- 23.8** Яка потужність парової турбіни, якщо швидкість свіжої пари 760 м/с, а відпрацьованої – 360 м/с. Маса пари, що надходить до турбіни, - 230 кг/год.
- 24.8** За допомогою рухомого блока рівномірно піднімають вантаж, прикладаючи до кінця канату силу 100 Н. Маса блока – 2 кг, маса вантажу – 16,5 кг? Який ККД блока?

25.8 Яку роботу потрібно виконати, щоб підняти над водою камінь, що має об'єм 50 дм^3 , із глибини 8 м до поверхні? (Густина каменю 2400 кг/м^3 .)

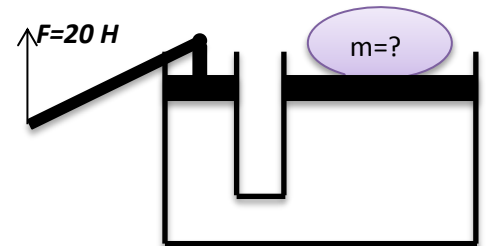
26.8 За який час трактор зоре 1 га землі, якщо він, маючи потужність 200 кВт, розвиває силу тяги $5 \cdot 10^4 \text{ Н}$, а ширина захвата плугами 1,5 м?

27.8 Яку роботу виконав робітник, якщо він, натискаючи на деталь із силою 50 Н, за 2 хв здійснив 100 робочих рухів? Довжина кожного робочого ходу 25 см. Яку потужність розвинув робітник?

28.8 Вагонетка масою $1,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$ рівномірно переміщується на віддаль 600 м. Сила опору рухові дорівнює 0,008 її ваги. Яку роботу було виконано для її переміщення?

29.8 Молотком масою 5 кг забивають у шпалу костиль. Швидкість молотка при ударі дорівнює 4 м/с, а костиль при цьому входить у дерево на глибину 20 мм. Яка сила удару молотка?

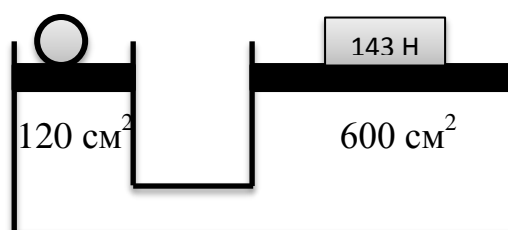
30.8 Який вантаж можна підняти, користуючись гідравлічною машиною, площі поршнів якої дорівнюють $1,5 \text{ см}^2$ і 90 см^2 , якщо на ручку важеля подіяти силою 20 Н? (Співвідношення плечей важеля 1 : 5.)



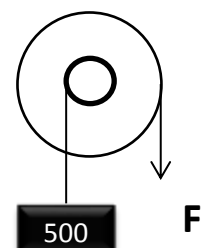
31.8 Яку потужність має повітряний потік площею поперечного перерізу 2 м^2 при швидкості 9 м/с, якщо густина повітря дорівнює $1,33 \text{ кг/м}^3$?

ІХ. ПРОСТІ МЕХАНІЗМИ

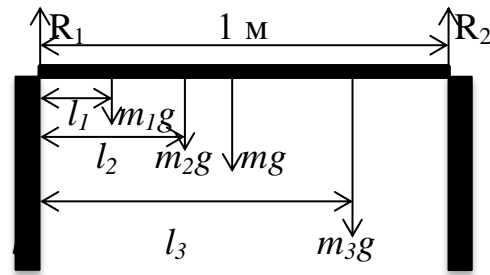
1.9 Яка вага кулі (див. рис.), якщо рідина у гідравлічній машині перебуває у рівновазі?



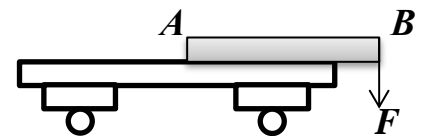
2.9 Чи може людина, котра прикладе силу 630 Н, підняти вантаж масою 500 кг за допомогою колесорота, у якого радіус вала у 8 разів менший від радіуса корби? Яку потрібно прикласти силу для рівномірного піднімання ($g = 9,8 \text{ Н/кг}$)?



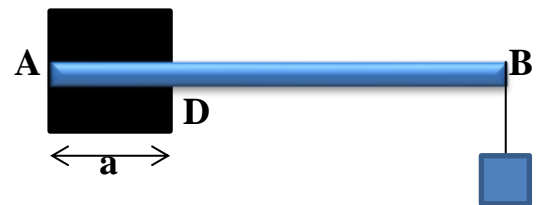
3.9 До горизонтальної балки завдовжки 1 м і масою 2 кг, що спирається на кінці, підвішені три вантажі на таких відстанях від лівого кінця: $m_1 = 1$ кг на відстані $l_1 = 20$ см, $m_2 = 2$ кг на відстані $l_2 = 40$ см, $m_3 = 5$ кг на відстані $l_3 = 70$ см. Яка сила тиску на опори ($g = 9.8$ Н/кг)?



4.9 Однорідна балка АВ (див. рис.) лежить на платформі так, що звисає $\frac{1}{4}$ її довжини. Яка сила діє на кінець балки, що звисає, якщо інший кінець починає підніматися? (Вага балки 3000 Н.)



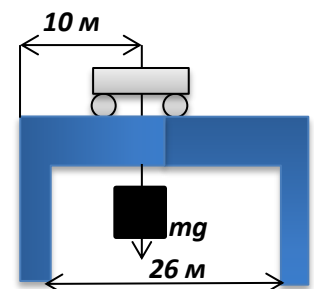
5.9 У стіні завтовшки $a = 50$ см замуровано балку АВ завтовшки $l = 1.25$ м. До кінця В балки причеплено вантаж масою 3 т. Нехтуючи вагою балки, знайдіть сили тиску на стіну, вважаючи, що вони прикладені до точок А і D ($g = 10$ Н/кг).



6.9 Підвісна платформа маляра завдовжки 4 м важить 500 Н. Визначте натяг тросів, які втримують платформу, якщо вага маляра $P_2 = 640$ Н і він перебуває на відстані 1,5 м від кінця платформи.

7.9 Чому дорівнює ККД важеля, за допомогою якого вантаж масою 245 кг рівномірно підняли на висоту 6 см, якщо до більшого плеча важеля приклали силу 500 Н, а точка прикладання цієї сили опустилася на 0,3 м ($g = 9.8$ Н/кг)?

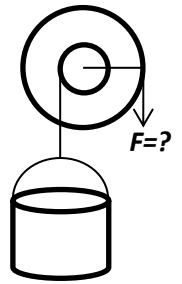
8.9 Відстань між колесами мостового крана, що має масу $2 \cdot 10^3$ кг, - 26 м. Трос лебідки, який піднімає вантаж масою $2 \cdot 10^3$ кг, знаходиться на відстані 10 м від одного з коліс. Із якими силами кран тисне на рейки?



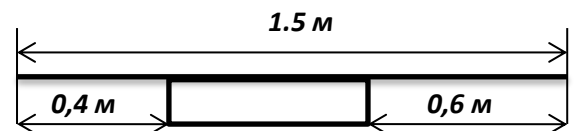
9.9 Дві кулі масами 3 кг і 5 кг скріплені стержнем, що має масу 2 кг. Визначте віддаль центра мас від середини стержня, якщо радіуси відповідно дорівнюють 5 см і 7 см, а довжина стержня 30 см.

10.9 На менший поршень гідравлічного преса площею 4 см^2 діє сила 100 Н . Який виграш у силі ми одержимо, якщо більший поршень має площу 100 см^2 ? Чому дорівнює ця сила?

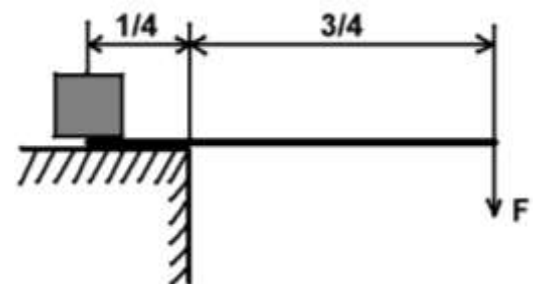
11.9 Діаметр вала коловорота дорівнює $0,2 \text{ м}$, а радіус кола, по якому рухається ручка корби, - $0,6 \text{ м}$. Яку силу потрібно прикласти до корби, щоб підняти відро з водою об'ємом 12 л (див. рис.)? (Вага відра 30 Н , $g=9.8 \text{ Н/кг}$.)



12.9 Залізний лом вагою 100 Н і довжиною $1,5 \text{ м}$ лежить на ящику, виступаючи за край ящика зліва на $0,4 \text{ м}$ і справа – на $0,6 \text{ м}$. Яка потрібна сила, щоб підняти лівий кінець?



13.9 На платформі стоїть масивний куб. Під нього підставляють плоский лом, який виступає за край платформи на три чверті своєї довжини, і приклавши вертикально вниз до протилежного кінця лома силу F , куб при піднімають. Маса лома m . Знайдіть масу лома такої ж довжини, який при піднімав би куб лише за рахунок власної маси.



14.9 Прямолінійний стержень масою 1 кг підвішено за середину. Ліву половину зігнули пополам. Якої маси вантаж треба підвісити в точці А (див. мал.), щоб відновити рівновагу?



Х. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

1.10 Скільки води можна нагріти від 20°C до кипіння на газовій плиті, якщо спалити $0,08 \text{ кг}$ газу при тепловій віддачі плити 80% ($q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$)?

2.10 Із якої висоти повинна би падати вода, що має початкову температуру 20°C , щоб при падінні вона закипіла?

3.10 Літак пролетів 500 км зі швидкістю 250 км/год . Яку масу бензину він витратив, розвиваючи потужність 2 МВт , якщо ККД двигунів 25% ?

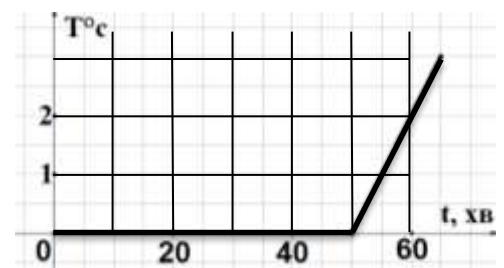
4.10 Свинцева куля, що летіла зі швидкістю $v = 300 \text{ км/год}$, вдарилася в перешкоду і зупинилася. На скільки градусів нагрілася куля, якщо 40% її кінетичної енергії пішло на нагрівання оточуючого середовища?

5.10 Паровий молот масою 10^4 кг падає з висоти 2 м на залізну заготовку масою 250 кг. Скільки разів він повинен вдарити по заготовці, щоб її температура підвищилася на 100°C . На нагрівання заготовки витрачається 60% теплоти?

6.10 Для визначення питомої теплоємності гасу в латунний калориметр, що має масу 120г, було налито 100г гасу при 20°C і опущено залізний тягарець масою 200г, який мав температуру 96°C . Температура гасу піднялася до 40°C . Яка питома теплоємність гасу?

7.10 Електричним кип'ятильником нагрівають воду в каструлі. За 2 хв температура води підвищилася від 85°C до 90°C . Потім кип'ятильник вимкнули і за 1 хв температура води знизилася на 1°C . Яка потужність кип'ятильника, якщо маса води в каструлі рівна 1,8 кг?

8.10 У відрі знаходиться суміш води з льодом загальною масою $m = 10$ кг. Відро з водою занесли в кімнату і зразу ж почали вимірювати температуру суміші. Отримана залежність зображена на малюнку. Питома теплоємність води 4200 Дж/кг \cdot $^\circ\text{C}$, питома теплота плавлення льоду 340 кДж/кг. Скільки льоду було у відрі, коли його занесли в кімнату? Теплоємністю відра знехтуйте.



9.10 Для підтримання температури в будинку 20°C при температурі на вулиці -10°C , спалили 10 м³ природного газу. Скільки газу потрібно спалити для підтримання тієї ж температури в будинку, якщо температура на вулиці впаде до -20°C ?

10.10 Скільки бензину потрібно автомобілю на 808 км шляху, якщо вага автомашини 2300 Н, загальний опір руху становить 0,05 ваги, ККД автомобіля 20%? Рух вважати рівномірним. Питома теплота згорання бензину дорівнює $q = 4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг.

11.10 Вазон для квітів, що стоїть на вулиці, має плоске дно і вертикальні стінки. Товщина шару землі у вазоні $h = 15$ см, температура землі $t = 11^\circ\text{C}$. На вулиці похолодало і пішов сніг. Сніжинки мають масу $m = 50$ мг, об'єм $V = 0,5$ см³ і температуру $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Вони падають вертикально зі сталою швидкістю $v = 1$ м/с. В об'ємі повітря $V_0 = 1$ м³ знаходиться $N_0 = 100$ сніжинок. За який час τ на землі вазона виросте шар снігу товщиною $H = 10$ см? Вважайте, що вода рівномірно розподіляється по всьому об'ємі землі, має в будь-який момент часу однакову температуру і майже не обмінюється теплом зі стінками вазона і повітрям. Густина землі $\rho = 1500$ кг/м³, питома теплоємність землі $c = 900$ Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), питома теплота плавлення льоду $\lambda = 335$ кДж/кг.

12.10 На дні глибокої шахти лежало 700 кг льоду при температурі 0°C . У шахту скинули 678 л гарячої води. У момент падіння на лід її температура дорівнювала 80°C , весь лід при цьому розтанув. На якій найменшій глибині знаходився в шахті лід, якщо питома теплоємність води дорівнює $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$, а питома теплота плавлення льоду дорівнює $330 \text{ кДж}/\text{кг}$? Тертям об повітря в процесі падіння знехтувати.

13.10 Експериментатор запустив секундомір в момент часу, коли в чайнику закипіла вода. Вся вода википіла через 1781 секунду. Експериментатор заповнив чайник льодом тієї ж маси при нульовій температурі, запалив газ і одночасно запустив секундомір. Експериментатор записав у журнал, що в другому випадку чайник википів через 2R75 секунд. Цифра R зображена нерозбірливо, це може бути 0, 3 або 6. Яка цифра стоїть у журналі? Теплоємність води $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$, теплота плавлення льоду $\lambda = 3,34 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, питома теплота пароутворення води $L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$.

14.10 При виготовленні льоду в домашніх умовах потрібно 5 хв для того, щоб охолодити воду від $+4^{\circ}\text{C}$ до 0°C , і ще 1 год 40 хв, щоб перетворити її в лід. Визначити питому теплоту плавлення льоду, якщо питома теплоємність води $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

XI. ЕЛЕКТРОСТАТИКА

1.11 Загальний заряд двох маленьких кульок, заряджених позитивно, дорівнює $5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$. Визначте, як розподілений цей заряд між кульками, якщо вони, перебуваючи на відстані 2 м одна від одної, відштовхуються із силою 1 Н.

2.11 Металеву кульку масою 0,3 г, що має заряд $3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$, підвісили на тонкій шовковій нитці. Визначте, на якій відстані знизу до кульки треба піднести другу кульку з однойменним зарядом $5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, щоб натяг нитки зменшився вдвоє.

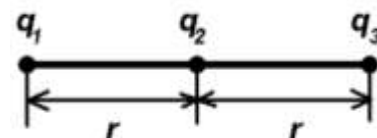
3.11 Визначте силу взаємодії двох однакових маленьких провідних кульок у вакуумі, якщо їхні заряди дорівнюють $6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ і $-3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$. Відстань між кульками 5 см. З якою силою будуть взаємодіяти ці кульки, якщо доторкнутися ними одна до одної і потім розвести на попередню відстань?

4.11 Дві однакові однойменно заряджені металеві кульки, модулі зарядів яких відрізняються у 5 разів, знаходяться на відстані R одна від одної. На якій відстані потрібно розташувати кульки після їхнього дотику, щоб сила взаємодії між ними не змінилася?

5.11 Маленька кулька, маса якої 0,5 г, а заряд – 40 нКл, висить на тонкій шовковій нитці. Визначте відстань, на яку слід знизу піднести до кульки іншу кульку із зарядом 60 нКл, щоб сила натягу нитки збільшилася в 3 рази.

6.11 Модуль заряду однієї з двох маленьких кульок у 5 разів більший за модуль заряду іншої. Кульки доторкнули одна до одної і розвели на попередню відстань. Якими мають бути знаки зарядів кульок до дотику, щоб сила взаємодії між ними зменшилася? У скільки разів вона зменшиться?

7.11 Три однакові металеві кульки розташовані на одній прямій так, що відстань від першої кульки до другої і від другої до третьої однакові і дорівнює r . Заряди кульок дорівнюють $q_1 = q$, $q_2 = -3q$, $q_3 = q$. У скільки разів зміниться величини сили, що діє на заряд q_3 , якщо кульки із зарядами q_1 і q_2 доторкнуті одна до одної і повернуті в початкове положення?



ХІІ. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

1.12 Визначте масу мідного провідника довжиною 1000 м, якщо його опір 2 Ом.

2.12 В електронагрівачі нікелінову дrottину завдовжки 5,5 м замінюють ніхромовою дrottиною з такою самою площею поперечного перерізу. Визначте, якою має бути довжина ніхромової дrottини, щоб сила струму через нагрівач залишалася такою самою, як раніше.

3.12 Дрiт обмоток двох реостатiв виготовлений з однакового сплаву. У першого реостата довжина дроту в 2,5 рази бiльша, а дiаметр у 2 рази бiльший, нiж у другого. Визначте, який реостат i у скiльки разiв має бiльший опiр.

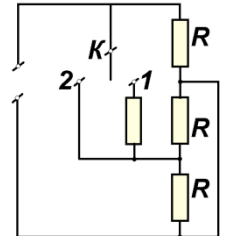
4.12 Електричний двигун приводу залiзничної стрiлки знаходиться на вiдстанi 800 м вiд апарату керування. Напряга на шини апарату керування 136 В, напряга на клеми двигуна 100 В, сила струму у пiдвiдному кабелi 4 А. Визначте, скiльки у кабелi мiдних жил площею поперечного перерiзу $1,2 \text{ мм}^2$ ($\rho = 0,0175 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$).

5.12 Є двi дротини однакової довжини, але рiзного поперечного перерiзу. Радiус першої дротини $r_1 = 1 \text{ мм}$, другої $r_2 = 4 \text{ мм}$. Для того, щоб розплавити першу дротину, через неї потрібно пропустити струм $I_1 = 10 \text{ А}$. Визначити силу струму I_2 , який потрібно пропустити через другу дротину, щоб вона розплавилася. Вважати, що кiлькiсть теплоти, яку дротина вiддає в навколишнє середовище, вiдбувається за законом $Q = kS (t - t_0)$, де S – площа поперечного перерiзу дротини, t – її

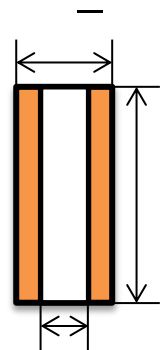
температура, t_0 – температура навколишнього середовища, k – коефіцієнт пропорційності, однаковий для обох дротин.

6.12 Якщо два резистори $R_1 = 10 \text{ Ом}$ і $R_2 = 20 \text{ Ом}$ з'єднані паралельно, то при вмиканні в мережу вони нагріваються на $\Delta t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. На скільки градусів (Δt_2) нагріваються резистори, якщо їх увімкнути в ту саму мережу при послідовному з'єднанні?

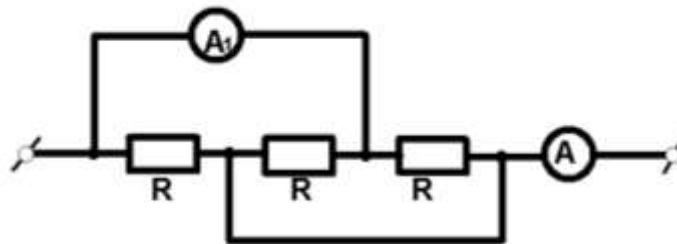
7.12 Електропіч, що складається із однакових нагрівальних спіралей з опором R кожна, вмикається у мережу за схемою, зображеною на малюнку. Знайти, у скільки разів зросте потужність електропечі при переведенні перемикача K із положення 1 в положення 2.



8.12 В скляній трубці, розміри якої показано на малюнку, міститься ртуть. В трубку вставляють мідний стержень такої довжини, що при повному зануренні стержня його кінець співпадає з рівнем ртуті в трубці. У скільки разів зміниться опір системи, якщо стержень витягнути з ртуті і розташувати так, щоб він доторкався до її поверхні? Напруга на систему подається в точках, які лежать на верхньому кінці стержня і нижньому рівні ртуті. Питомий опір міді $0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$, ртуті – $0,96 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$.



9.12 Визначити покази амперметра A , якщо амперметр A_1 показує силу струму в 1 А .



ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

1. На корпусі реостата написано « $6 \text{ Ом}; 2 \text{ А}$ ». Як, маючи лінійку з міліметровими поділками і шматок нитки, визначити питомий опір металу, з якого виготовлено обмотку реостата. Дріт розмотувати не можна. (Оцінити похибку вимірювання). Розв'язання.

Порахувавши кількість витків N та діаметр витка D визначимо довжину дроту $l = \pi DN$. Діаметр дроту визначимо методом рядів, розділивши довжину намотки L на кількість витків $d = L / N$. Площа перерізу дроту $S = \pi d^2 / 4$. З формули опору

знайдемо питомий опір: $\rho = RS \cdot l$. (Якщо похибка вимірювання менша 30%, то вимірювання виконано добре.)

2. Визначити густину пластиліну. Обґрунтувати вибраний метод дослідження, оцінити максимальну похибку результату.

Обладнання: монетка відомої маси, лінійка, пластилін.

3. Визначте густину олівця; обчисліть роботу, яку потрібно виконати, щоб вийняти олівець з води (підняти олівець так, щоб нижній його край знаходився на рівні води).

Обладнання: пробірка з водою на підставці, олівець, лінійка.

4. Визначити масу листка з учнівського зошита.

Обладнання: листок, монети відомої маси, міліметрова смужка, олівець.

(Складаємо листок кілька раз, щоб утворився важіль. Для більшої жорсткості краї згинаємо під прямим кутом, щоб в перерізі вийшла перевернута буква П. Листок використовуємо як різноплечий важіль. На один край кладемо монетку і рухаючи важіль по олівцеві знаходимо положення рівноваги. Зробивши виміри обчислюємо вагу листка.)

5. Визначити коефіцієнт тертя спокою.

Обладнання: залізний брусок, дерев'яна лінійка, транспортир.

6. Пояснення фізичних дослідів:

а) Одне плече металевого рівноплечого важеля зігнули, а потім друге. Чому важіль вийшов з рівноваги?

б) Чому листок з зошита «приклеювався» до дошки після тертя по ньому щіткою для одяжі?

в) Чому вода не виливається з перевернутого стакана, який закрито листком з зошита?

г) У скляну пробірку, заповнену водою, опускають кілька кристалів «марганцовки», і починають нагрівати. Яке явище спостерігається?

д) Чому яйце у чистій воді тоне, а у соляному розчині плаває на поверхні?

з) Поясніть дослід з картезіанським «водолазом».

ж) Чому папір, в який загорнули металевий циліндр, не горить, а на дерев'яному - загоряється швидко?

е) Маємо дві пробірки різного розміру. Менша плаває в більшій. Коли пробірки перевернули вода почала вилитися, а мала пробірка рухатися доверху. Чому?

є) Руки потерли одна об одну і поклали 50 гривень. Кінці купюри через деякий час почали загинатися доверху. Чому?

7. Як визначити, яку частину об'єму мисливського дробу (дрібні кульки різних розмірів) в коробці займає повітря, яку – самі кульки? Яке обладнання Вам для цього знадобиться?

ВІДПОВІДІ ТА РОЗВ'ЯЗКИ ДО ЗАДАЧ

I. ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

1.1 **Відповідь:** довжина смуги 100 м.

2.1 **Відповідь:** у $4,5 \cdot 10^{15}$ більше.

3.1 **Відповідь:** більший об'єм у нагрітого куска дроту.

4.1 **Відповідь:** 300 штук.

5.1 **Відповідь:** 18 гривень.

6.1 **Відповідь:** у ланцюжку вміститься $5 \cdot 10^9$ молекул олії.

7.1 **Відповідь:** діаметр молекули $2 \cdot 10^{-9}$ м.

8.1 **Відповідь:** довжина стрічки 3,2 м.

9.1 Дано:

$$\begin{array}{l} a = 3.1 \cdot 10^{-10} \text{ м} \\ V = 1 \text{ л} \\ n = ? \end{array}$$

Так як молекули щільно прилягають одно до одної, то форму однієї молекули будемо вважати у вигляді куба з ребром $a = 3.1 \cdot 10^{-10}$ м, тому об'єм дорівнює:

$$V_1 = a^3 = 29.79 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3. \quad 1 \text{ л} = 0.001 \text{ м}^3. \quad \text{Поділивши загальний}$$

об'єм води на об'єм однієї молекули отримаємо їх кількість

$$n = \frac{V}{V_1} = \frac{10^{-3} \text{ м}^3}{29.79 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3} = 3,36 \cdot 10^{25}$$

Відповідь: в 1л води $3,36 \cdot 10^{25}$ молекул.

10.1 **Відповідь:** $V = 1$ л.

11.1 **Відповідь:** $5,7 \cdot 10^{22}$.

12.1 Дано:

$$\begin{array}{l} V = 1 \text{ м}^3 \\ h = 1 \text{ 40000 мм} \\ S = ? \end{array}$$

$$V = Sh$$

$$S = \frac{V}{h} = \frac{1 \text{ м}^3}{1 \text{ 40000} \cdot 1000 \text{ м}} = 40 \text{ 000 000 м}^2 = 40 \text{ км}^2$$

Відповідь: нафта займе площу в 40 км².

13.1 Дано:

$$V = 1 \text{ м}^3$$

$$V_1 = 1 \text{ мм}^3$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$l = ?, t = ?$$

Знайдемо скільки кубиків, об'ємом 1 мм^3 , міститься в 1 м^3 .

$$n = \frac{V}{V_1} = \frac{1 \text{ м}^3}{0.000 \text{ 000 001 м}^3} = 1 \text{ 000 000 000 штук.}$$

Довжина ребра малого кубика 1 мм, тому весь ряд дорівнює

$$l = 1 \text{ мм} \cdot 1000000000 = 1000000000 \text{ мм} = 1 \text{ 000 000 м} = 1000 \text{ км}$$

На викладання 1 кубика затрачається 1с, то весь ряд буде побудований за

$$1 \text{ 000 000 000 с} = 277 \text{ 777,8 год} = 11 \text{ 574 дні} = 31,7 \text{ роки}$$

Відповідь: довжина ряду 1000 км, а час викладання 31,7 роки.

14.1

Відповідь: об'єм відра з піском знаємо (написано на відрі), потім мензуркою

відмірюємо воду і вливаємо її у пісок. Вода займе проміжки між піщинками.

Віднявши від об'єму відра з піском об'єм води, який туди вилили, отримаємо шуканий об'єм піщинок.

15.1 Дано:

$$212\text{ }^{\circ}\text{F} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$32\text{ }^{\circ}\text{F} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$n_1 = 100$$

$$n_2 = 180$$

$$t_1 = 36.6\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = ?$$

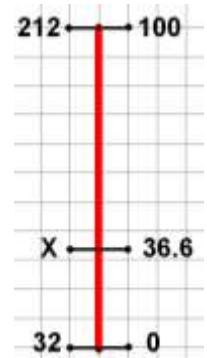
Виконаємо малюнок для унаочнення.

180 частин шкали по Фаренгейту відповідають 100 частинам шкали Цельсія. Поділивши 180 на 100 отримаємо кількість поділок шкали $^{\circ}\text{F}$, що припадає на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. $\frac{180}{100} = 1,8$

Помноживши 1,8 на 36,6 і додавши 32 отримаємо покази температури людського тіла по Фаренгейту.

$$t_2 = 1.8 \cdot 36.6 + 32 = 97.88\text{ }^{\circ}\text{F}.$$

Відповідь: нормальна температура людського тіла на ртутному термометрі Фаренгейта $97.88\text{ }^{\circ}\text{F}$.



16.1

Відповідь: можна скористатися відливним стаканом, чайничком для заварювання чаю, або іншою посудиною в яку входить тіло. Головна умова, щоб посудина була повністю наповнена водою і воду, яку витіснить тіло своїм об'ємом, можна було зібрати та перелити у мірний стакан.

17.1 Дано:

$$n = 130$$

$$l_1 = 3.5\text{ см}$$

$$l = 14\text{ см}$$

$$L = ?$$

Спочатку знайдемо довжину ланцюжка з гусениць у сантиметрах. Помножимо кількість гусениць на їх довжину. Тоді, поділивши отримане число на довжину синиці, визначимо шукану довжину у синицях.

$$L = \frac{nl_1}{l} = \frac{130 \cdot 3.5\text{ см}}{14\text{ см}} = 32,5\text{ синиць}$$

Відповідь: довжина ряду 32,5 синиць.

18.1

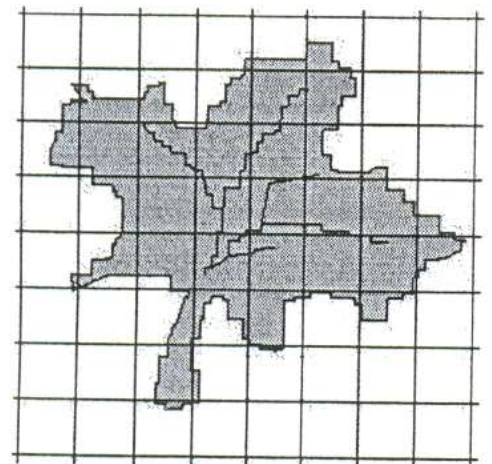
Розв'язання.

Щоб визначити площу листочка за допомогою палетки, необхідно площу одного квадрата помножити на суму цілих та половину частково заповнених квадратів.

$S = S_1 \cdot (N + \frac{n}{2})$, де S_1 – площа одного квадрата; N – кількість цілих квадратів; n – часткова заповнені квадрати.

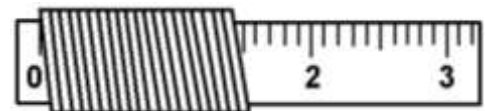
$$S = 64\text{ мм}^2 \cdot 9 + \frac{31}{2} = 1568\text{ мм}^2$$

Відповідь: $S = 1568\text{ мм}^2$.



19.1

Відповідь: а) 27; б) 9; в) 9.



20.1 Розв'язання.

Діаметр дротини – це відношення довжини намотаного ряду до кількості витків.

$$d = \frac{l}{n} = \frac{14 \text{ мм}}{20} = 0,7 \text{ мм.}$$

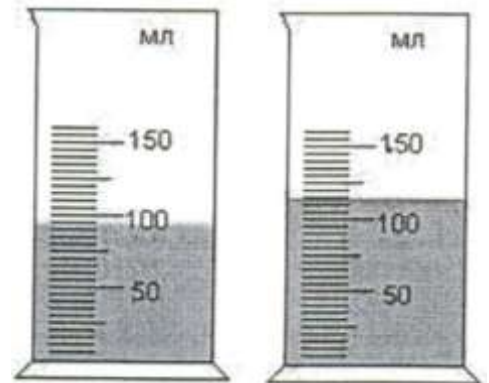
Відповідь: діаметр дротини 0,7 мм.

21.1

Дано:

$$\begin{array}{l|l} V_1 = 90 \text{ мл} & \\ V_2 = 130 \text{ мл} & \\ \hline V_k = ? & \end{array} \quad V_k = \frac{V_2 - V_1}{50} = \frac{130 \text{ мл} - 90 \text{ мл}}{50} = 0,8 \text{ мл.}$$

Відповідь: об'єм однієї краплі води 0,8 мл.



II. ГУСТИНА РЕЧОВИНИ

1.2 Дано:

$$\begin{array}{l|l} m = 0,89 \text{ г} & \\ S = 50 \text{ см}^2 & \\ \rho = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} & \\ \hline h = ? & \end{array} \quad \begin{array}{l} m = \rho V = \rho S h \\ h = \frac{m}{\rho S} = \frac{0,89 \text{ г}}{8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 50 \text{ см}^2} = 0,002 \text{ см} \end{array}$$

Відповідь: $h=0,002 \text{ см.}$

2.2 Дано:

$$\begin{array}{l|l} m = 900 \text{ кг} & \\ V_1 = 300 \times 20 \times 3 \text{ см} & \\ \rho = 400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} & \\ \hline n = ? & \end{array} \quad \begin{array}{l} n = \frac{V}{V_1} \\ V = \frac{m}{\rho} \\ n = \frac{m}{\rho V_1} = \frac{900 \text{ кг}}{400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3\text{м} \cdot 0,2\text{м} \cdot 0,03\text{м}} = \frac{900}{7,2} = 125 \text{ дощок} \end{array}$$

Відповідь: можна завантажити 125 дощок.

3.2 Дано:

$$\begin{array}{l|l} V = 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3 & \\ m = 8,2 \text{ кг} & \\ \rho = 710 \text{ кг/м}^3 & \\ \hline m_k = ? & \end{array} \quad \begin{array}{l} m = m_0 + m_k \\ m = \rho V g + m_k \\ m_k = m - \rho V = 8,2 \text{ кг} - 710 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,01 \text{ м}^3 = 1,1 \text{ кг} \end{array}$$

Відповідь: маса каністри 1,1 кг.

4.2 Дано:

$$V = 200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$$

$$m = 1,56 \text{ кг}$$

$$\rho = ?$$

Табличне значення густини сталі 7800 кг/м^3 .

Обчислимо густину деталі:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,56 \text{ кг}}{0,0002 \text{ м}^3} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Відповідь: деталь суцільна.

5.2 Дано:

$$t = 5 \text{ год}$$

$$a = 1 \text{ м}$$

$$h = 0,5 \text{ м}$$

$$V = 75 \text{ л}$$

$$S = 112 \text{ км}^2 =$$

$$= 1,12 \cdot 10^8 \text{ м}^2$$

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

$$\rho_{\text{с}} = ?; m = ?;$$

$$h_1 = ?$$

Сніг падав рівномірно протягом 5 годин і бак наповнився на 50 см, тому за одну годину висота збільшувалася на 10 см.

$$h_1 = \frac{h}{t} = 10 \text{ см.}$$

Маса снігу в баку і маса отриманої з нього води однакова, тому густину снігу знайдемо, коли масу води поділимо на об'єм снігу.

$$\rho_{\text{с}} = \frac{m_{\text{с}}}{V_{\text{с}}} = \frac{V_{\text{в}} \rho_{\text{в}}}{V_{\text{с}}} = \frac{1000 \text{ кг м}^3 \cdot 0,075 \text{ м}^3}{1 \text{ м}^2 \cdot 0,5 \text{ м}} = 150 \text{ кг/м}^3$$

Якщо на 1 м^2 випало 75 кг снігу (площа пака 1 м^2 і з нього отримали 75 кг води), то на площу 112 км^2 випало $m = Sm_{\text{с}}$.

$$m = 1,12 \cdot 10^8 \text{ м}^2 \cdot 75 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 84 \cdot 10^8 \text{ кг.}$$

Відповідь: $\rho_{\text{с}} = 150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $m = 84 \cdot 10^8 \text{ кг}$; $h_1 = 0,1 \text{ м}$.

6.2 Дано:

$$V = 8 \text{ л} = 0,008 \text{ м}^3$$

$$V_1 = 2,4 \text{ мл} =$$

$$= 0,0000024 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{п}} = 1,2 \text{ кг м}^3$$

$$\rho = ?$$

Щоб визначити густину повітря разом з паром води, необхідно їх масу поділити на об'єм $\rho = \frac{m_{\text{п}} + m_{\text{в}}}{V}$.

Обчислимо масу повітря.

$$m_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} V - V_1 = 1,2 \text{ кг м}^3 \cdot 0,008 \text{ м}^3 - 0,0000024 \text{ м}^3 = 0,0096 \text{ кг}$$

Маса води дорівнює $m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} V_1 = 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 0,0000024 \text{ м}^3 = 0,0024 \text{ кг}$

$$\rho = \frac{0,0096 \text{ кг} + 0,0024 \text{ кг}}{0,008 \text{ м}^3} = 1,5 \text{ кг м}^3$$

Відповідь: густина газу $1,5 \text{ кг/м}^3$.

7.2 Дано:

$$V = 400 \text{ см}^3$$

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

$$\rho_{\text{н}} = 8900 \text{ кг м}^3$$

$$m_{\text{а}} = 810 \text{ г}$$

$$\rho = ?$$

Густину сплаву знаходимо як відношення маси сплаву до об'єму.

$\rho = \frac{m}{V}$. Маса сплаву це маса алюмінію та нікелю $m = m_{\text{а}} + m_{\text{н}}$.

Маючи масу алюмінію знаходимо, його об'єм, а знайшовши об'єм нікелю, обчислимо його масу, та густину сплаву.

$$V_{\text{а}} = \frac{m_{\text{а}}}{\rho_{\text{а}}} = \frac{0,81 \text{ кг}}{2700 \text{ кг м}^3} = 0,0003 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{н}} = V - V_{\text{а}} = 0,0004 \text{ м}^3 - 0,0003 \text{ м}^3 = 0,0001 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{н}} = \rho_{\text{н}} \cdot V_{\text{н}} = 8900 \text{ кг м}^3 \cdot 0,0001 \text{ м}^3 = 0,89 \text{ кг}$$

$$\rho = \frac{0,81 \text{ кг} + 0,89 \text{ кг}}{0,0004 \text{ м}^3} = 4250 \text{ кг м}^3.$$

Відповідь: густина сплаву **4250 кг м³**.

8.2 Дано:

$$\begin{array}{l} V = 1 \text{ л} \\ m = 3,56 \text{ кг} \\ \rho = 8,9 \text{ кг м}^3 \\ V_0 = ? \end{array}$$

Після занурення тіла в посудину, об'єм посудини складається з води, що залишилася, та об'єму міді, і дорівнює 1 л. $V_1 + V_T = V$. Густина тіла знаходимо з формули $V_T = \frac{m}{\rho}$, а вода, що залишилася

$V_1 = 3 \text{ л} - V_0$. Розв'яжемо рівняння:

$$3 \text{ л} - V_0 + \frac{m}{\rho} = V$$

$$V_0 = V - \frac{m}{\rho} = 1 \text{ л} - \frac{3,56 \text{ кг}}{8,9 \text{ кг м}^3} = 0,001 \text{ м}^3 - \frac{3,56 \text{ кг}}{8900 \text{ кг м}^3} \cdot \frac{4}{3} = 0,00083 \text{ м}^3 = 830 \text{ см}^3$$

Відповідь: $V_0 = 830 \text{ см}^3$.

9.2 Дано:

$$\begin{array}{l} \rho_{\Gamma} = 1260 \text{ кг м}^3 \\ \rho_{\text{с}} = 800 \text{ кг м}^3 \\ \rho = ? \end{array}$$

Щоб знайти густина суміші необхідно масу суміші поділити на об'єм $\rho = \frac{m}{V}$. Де $m = m_{\Gamma} + m_{\text{с}} = \frac{1}{2} \rho_{\Gamma} V + \frac{1}{2} \rho_{\text{с}} V$

$$\rho = \frac{\frac{1}{2} \rho_{\Gamma} V + \frac{1}{2} \rho_{\text{с}} V}{V} = \frac{\frac{1}{2} V (\rho_{\Gamma} + \rho_{\text{с}})}{V} = \frac{\rho_{\Gamma} + \rho_{\text{с}}}{2} = \frac{1260 \text{ кг м}^3 + 800 \text{ кг м}^3}{2} = 1030 \text{ кг м}^3$$

Відповідь: густина суміші **1030 кг м³**.

10.2 Дано:

$$\begin{array}{l} \rho_{\Pi} = 600 \text{ кг м}^3 \\ \rho_{\text{ц}} = 1800 \text{ кг м}^3 \\ V = 1 \times 15 \times 0,25 \text{ м}^3 \\ n = ? \end{array}$$

$$n = \frac{m_{\text{ц}}}{m_{\Pi}} = \frac{\rho_{\text{ц}} V}{\rho_{\Pi} V} = \frac{1800 \text{ кг м}^3 \cdot 3,75 \text{ м}^3}{600 \text{ кг м}^3 \cdot 3,75 \text{ м}^3} = 3 \text{ рази}$$

Відповідь: стіна з пінобетону легша за цегляну у **3 рази**.

11.2 Дано:

$$\begin{array}{l} \rho_1 = 3 \text{ г см}^3 \\ \rho_2 = 6 \text{ г см}^3 \\ \rho = ? \end{array}$$

Маса тіла дорівнює сумі мас обох речовин. Об'єм тіла дорівнює сумі об'ємів речовин, а тому густина тіла

$$\rho = \frac{2m}{V_1 + V_2} = \frac{2m}{\frac{m}{\rho_1} + \frac{m}{\rho_2}} = \frac{2m}{\frac{m(\rho_2 + \rho_1)}{\rho_1 \rho_2}} = \frac{2\rho_1 \rho_2}{\rho_2 + \rho_1} = \frac{2 \cdot 3 \text{ г/см}^3 \cdot 6 \text{ г/см}^3}{9 \text{ г/см}^3} = 4 \text{ г/см}^3$$

Відповідь: густина тіла дорівнює **4 г/см³**.

12.2 Дано:

$$\begin{array}{l} m_1 = 50 \text{ г} \\ m_{\text{М}} = 12 \text{ г} \\ m_2 = 60,5 \text{ г} \\ \rho_{\text{В}} = 1 \text{ г см}^3 \end{array}$$

Щоб дізнатися, який метал поміщено у пробірку, потрібно визначити його густина. Об'єм шматка металу, що дорівнює об'ємові витісненої води, можна знайти за густиною води ($\rho_{\text{В}}$): $V = \frac{m_1 + m_{\text{М}} - m_2}{\rho_{\text{В}}}$. Густина

$$\text{металу } \rho = \frac{m_{\text{М}}}{V} = \rho_{\text{В}} \frac{m_{\text{М}}}{m_1 + m_{\text{М}} - m_2}.$$

$\rho = ?$

Підставивши числові значення, отримаємо:

$$\rho = 1 \text{ г см}^3 \cdot \frac{12 \text{ г}}{50 \text{ г} + 12 \text{ г} - 60.5 \text{ г}} = 8 \text{ г см}^3$$

За таблицею густин речовин знаходимо, що наближено таку густину має залізо.

Враховуючи можливі неточності в експериментальних вимірах, робимо висновок: у пробірку поміщено залізо.

Відповідь: у пробірку поміщено залізо.

13.2 Дано:

$$m_1 = 25 \text{ г}$$

$$\rho_o = 0,9 \text{ г см}^3$$

$$m_2 = 26 \text{ г}$$

$$\rho_B = 1 \text{ г см}^3$$

$$\rho_c = ?$$

Різниця між масою шматка алюмінієвого сплаву і частиною води, що вилілась, за умовою дорівнює $m_1 = 25 \text{ г}$. Аналогічно різниця між масою сплаву й олії, що вилілась, $m_2 = 26 \text{ г}$. Об'єми шматка сплаву і витісненої з посудини води та олії однакові, тому:

$m_c - \rho_B V = m_1$; $m_c - \rho_o V = m_2$. Оскільки $m_c = \rho_c V$, то

$$\rho_c V - \rho_B V = m_1; \rho_c V - \rho_o V = m_2; V \rho_c - \rho_B = m_1 \quad (1); V \rho_c - \rho_o = m_2 \quad (2).$$

Поділивши рівність (1) на рівність (2), отримуємо: $\frac{\rho_c - \rho_B}{\rho_c - \rho_o} = \frac{m_1}{m_2}$,

$$\rho_c m_2 - \rho_B m_2 = \rho_c m_1 - \rho_o m_1; \rho_c m_2 - m_1 = \rho_B m_2 - \rho_o m_1. \text{ З останньої рівності}$$

$$\text{отримуємо } \rho_c = \frac{\rho_B m_2 - \rho_o m_1}{m_2 - m_1} = \frac{1 \text{ г см}^3 \cdot 26 \text{ г} - 0,9 \text{ г см}^3 \cdot 25 \text{ г}}{26 \text{ г} - 25 \text{ г}} = 3,5 \text{ г см}^3.$$

Відповідь: густина сплаву дорівнює $3,5 \text{ г см}^3$.

14.2 Дано:

$$\rho_M = 8900 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{Ц}} = 7100 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho = ?$$

Якщо маса латуні дорівнює m , її об'єм – V , то густина латуні $\rho = \frac{m}{V}$ (1). Об'єм латуні дорівнює сумі об'ємів міді $V_1 = \frac{0,65m}{\rho_M}$

і цинку $V_2 = \frac{0,35m}{\rho_{\text{Ц}}}$, тобто $V = V_1 + V_2 = \frac{0,65m}{\rho_M} + \frac{0,35m}{\rho_{\text{Ц}}}$ (2).

Підставивши рівність (2) у рівність (1), отримуємо: $\rho = \frac{\rho_{\text{Ц}} \cdot \rho_M}{0,65 \rho_{\text{Ц}} + 0,35 \rho_M}$. Підставивши

значення $\rho_{\text{Ц}} = 7100 \text{ кг/м}^3$ і $\rho_M = 8900 \text{ кг/м}^3$ в останню рівність, отримуємо:

$$\rho = \frac{7100 \text{ кг/м}^3 \cdot 8900 \text{ кг/м}^3}{0,65 \cdot 7100 \text{ кг/м}^3 + 0,35 \cdot 8900 \text{ кг/м}^3} = 8200 \text{ кг/м}^3$$

Відповідь: густина сплаву дорівнює 8200 кг/м^3 .

15.2 Дано:

$$\rho = 1,4 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3$$

$$m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$$

$$\rho_3 = 1,93 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_c = 1,05 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3$$

$$m_3 = ?$$

Маса сплаву дорівнює сумі мас золота і срібла, а об'єм – сумі об'ємів, тому $m = m_3 + m_c$; $V = V_3 + V_c$. Оскільки об'єм

$$V = \frac{m}{\rho}, \text{ то } \frac{m}{\rho} = \frac{m_3}{\rho_3} + \frac{m_c}{\rho_c}.$$

Враховуючи, що $m_c = m - m_3$, отримуємо:

$$\frac{m}{\rho} = \frac{m_3 \rho_c + m_c \rho_3}{\rho_3 \cdot \rho_c} = \frac{m_3 \rho_c + m \rho_3 - m_3 \rho_3}{\rho_3 \cdot \rho_c};$$

$$m \rho_c \rho_3 = m_3 \rho_c \rho + m \rho_3 \rho - m_3 \rho_3 \rho$$

$$m \rho_3 \rho_c - \rho = m_3 \rho (\rho_c - \rho_3)$$

$$m_3 = \frac{m\rho_3(\rho_c - \rho)}{\rho(\rho_c - \rho_3)}$$

$$m_3 = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 1,93 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3 \cdot (1,05 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3 - 1,4 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3)}{1,4 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3 (1,05 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3 - 1,93 \cdot 10^4 \text{ кг м}^3)} = 0,22 \text{ кг}$$

$$\frac{m_3}{m} \cdot 100\% = \frac{0,22 \text{ кг}}{0,4 \text{ кг}} \cdot 100\% = 55 \%$$

Відповідь: маса золота у сплаві 220 г, а його вміст становить 55 %.

16.2 Дано:

$$S_{\text{повна}} = 150 \text{ см}^2$$

$$\rho = 2700 \text{ кг м}^3$$

$$m = ?$$

Площа грані куба $S = a^2$. Куб має шість граней, тому площа однієї грані $\frac{150 \text{ см}^2}{6} = 25 \text{ см}^2$, а ребро відповідно 5 см. Масу знаходимо як добуток густини на об'єм

$$m = \rho a^3 = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,05 \text{ м}^3 = 0,3375 \text{ кг.}$$

Відповідь: маса алюмінієвого куба 0,3375 кг.

17.2 Дано:

$$\rho_{\text{золота}} = 19300 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_{\text{срібла}} = 10500 \text{ кг м}^3$$

$$a = 0,05 \text{ м}$$

$$b = 0,06 \text{ м}$$

$$m_3 = ? \quad m_c = ?$$

Золото має жовтий колір, тому менший з кубів має бути золотим. Перевіримо чи буде він легшим за більший куб.

$$m_3 = \rho_3 a^3 = 19300 \text{ кг м}^3 \cdot 0,05 \text{ м}^3 = 2,4125 \text{ кг.}$$

Обчислимо масу другого куба:

$$m_c = \rho_c b^3 = 10500 \text{ кг м}^3 \cdot 0,06 \text{ м}^3 = 2,268 \text{ кг}$$

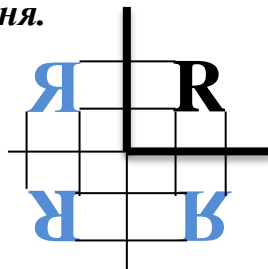
Відповідь: менший куб не може бути золотим, а більший срібним, тому, що жовтий важчий.

III. СВІТЛОВІ ЯВИЩА

1.3

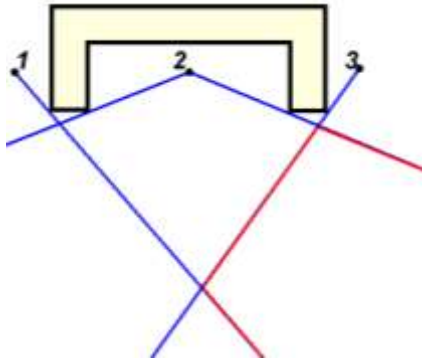
Відповідь: Відстань найкращого бачення ока людини становить приблизно 25 см. Відстань від предмета до дзеркала така ж як і від зображення до дзеркала, тому, щоб роздивитися деталі веселкової оболонки необхідно розташувати око на відстані 12,5 см від дзеркала.

2.3 Відповідь: 3 зображення.

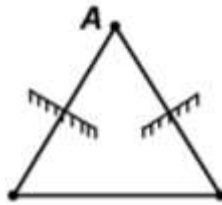


3.3 Розв'язання:

Світло поширюється прямолінійно, тому ліхтар потрібно розташувати в зоні обмеженій червоними лініями.



4.3 Розв'язання:



5.3 Розв'язання:



IV. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

1.4 Дано:

$$S_1 = \frac{1}{3} S$$

$$v_1 = 20 \text{ км/год}$$

$$S_2 = \frac{2}{3} S$$

$$v_2 = 5 \text{ км/год}$$

$$v_c = ?$$

$$v_c = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{\frac{1}{3}S}{v_1} + \frac{\frac{2}{3}S}{v_2}} = \frac{S}{S \left(\frac{1}{3v_1} + \frac{2}{3v_2} \right)} = \frac{1}{\frac{v_2 + 2v_1}{3v_1v_2}} = \frac{3v_1v_2}{v_2 + 2v_1}$$

$$v_c = \frac{3 \cdot 20 \text{ км/год} \cdot 5 \text{ км/год}}{5 \text{ км/год} + 2 \cdot 20 \text{ км/год}} = \frac{300}{45} = 6 \frac{2}{3} \text{ км/год}$$

Відповідь: середня швидкість хлопчика $6 \frac{2}{3}$ км/год

2.4 Дано:

$$t = 50 \text{ с}$$

$$s = 100 \text{ м}$$

$$v_T = ?$$

Якщо накласти систему координат на воду, а предмет відносно води перебував у стані спокою, то час руху катера від предмета дорівнює часу руху катера до предмета. Отже, предмет відносно берега рухався 100 с і проплив відстань 100 м. Звідси маємо

$$v_T = \frac{s}{2t} = 1 \text{ м/с.}$$

Відповідь: $v_T = 1 \text{ м/с.}$

3.4 Дано:

$t_1 = 2 \text{ год}$	За течією моторний човен плыв 2 год $t_1 = \frac{s}{v_k + v_T}$, а проти - 6 год $t_2 = \frac{s}{v_k - v_T}$. Час руху з новим двигуном, за течією, знахо- димо з формули: $t = \frac{s}{2v_k + v_T}$ З першої та другої формули виражаємо швидкість течії через
$t_2 = 6 \text{ год}$	
$v_1 = 2v_k$	
$t = ?$	

шлях $v_T = \frac{s}{2} - v_k$ і $v_T = v_k - \frac{s}{6}$. Звідси маємо

$$\frac{s}{2} - v_k = v_k - \frac{s}{6}$$

$$v_k = \frac{s}{3}$$

Виражаємо швидкість катера і знаходимо швидкість течії річки

$$v_k = \frac{s}{2} - v_T, \quad v_k = \frac{s}{6} + v_T; \quad \frac{s}{2} - v_T = \frac{s}{6} + v_T$$

$$v_T = \frac{s}{6}$$

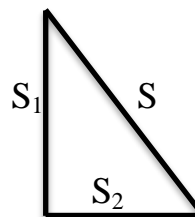
Знаходимо час руху з новим двигуном $t = \frac{s}{2v_k + v_T} = \frac{s}{\frac{2s}{3} + \frac{s}{6}} = \frac{6}{5} = 1.2 \text{ год}$

Відповідь: Моторний човен від пункту А до пункту В, з новим двигуном, припливе за 1,2 год.

4.4 Дано:

$v_1 = 20 \text{ м/с}$	Відстань між автомобілями через 2 год дорівнює гіпотенузі прямокутного три- кутника, який утворюють ці дороги.
$v_2 = 15 \text{ м/с}$	
$t = 2 \text{ год}$	

$S = ?$	$S = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{v_1 t^2 + v_2 t^2}$ $S = \sqrt{72 \cdot 2^2 + 54 \cdot 2^2} = 180 \text{ км.}$
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Відповідь: $S=180 \text{ км.}$

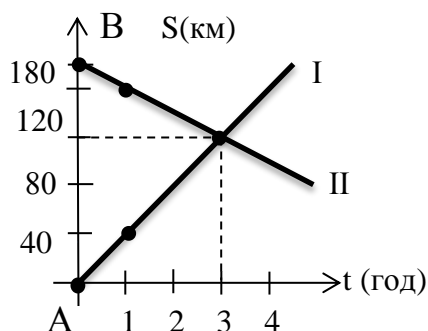
5.4 Дано:

$$S = 180 \text{ км}$$

$$v_1 = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

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

$$t = ?; S_A = ?$$



Відповідь: автомобілі зустрінуться через 3 год на відстані 120 км від пункту А.

6.4 Дано:

$$S_1 = \frac{1}{3} S$$

$$v_2 = 50 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$S_2 = \frac{2}{3} S$$

$$v_c = 37.5 \text{ км/год}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_c = \frac{S}{t_1 + t_2} = \frac{S}{\frac{1}{\frac{S}{3v_1}} + \frac{2}{\frac{S}{v_2}}} = \frac{S}{\frac{1}{3v_1} + \frac{2}{v_2}} = \frac{1}{\frac{v_2 + 2v_1}{3v_1v_2}} = \frac{3v_1v_2}{v_2 + 2v_1}$$

$$37.5 = \frac{3 \cdot 50 v_1}{50 + 2v_1}$$

$$37.5 \cdot (50 + 2v_1) = 150v_1$$

$$1875 + 75v_1 = 150v_1$$

$$v_1 = 25 \text{ км/год}$$

Відповідь: $v_1 = 25$ км/год

7.4 Дано:

$$t = 3 \text{ с}$$

$$t_1 = 1 \text{ хв}$$

$$v_3 = 340 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{п}} = ?$$

Обчислимо шлях який пройшов звук до спостерігача:

$$S = v_3 t = 3 \cdot 340 = 1020 \text{ м}$$

$$\text{Шлях звуку і паровоза однаковий тому } v_{\text{п}} = \frac{S}{t_1} = \frac{1020}{60} = 17 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Відповідь: $v_{\text{п}} = 17 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

8.4 Дано:

$$V = 45 \text{ м}^3$$

$$a = 1.5 \text{ м}$$

$$h = 0.6 \text{ м}$$

$$t = 100 \text{ с}$$

$$v = ?$$

Шлях, який тече вода у каналі, знайдемо з об'єму

$$V = ahl \Rightarrow l = \frac{V}{ah} = \frac{45 \text{ м}^3}{0.9 \text{ м}^2} = 50 \text{ м}$$

$$v = \frac{l}{t} = \frac{50 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 0.5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Відповідь: $v = 0.5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

9.4 Дано:

$$a = 4 \text{ м}$$

$$t = 8 \text{ год}$$

$$v_c = 5.2 \text{ км/год}$$

$$n = ?$$

$$n = al = avt = 4 \text{ м} \cdot 8 \cdot 3600 \text{ с} \cdot \frac{5200 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 166400 \text{ м}^2 = 16,64 \text{ га}$$

Відповідь: $n = 16.64 \text{ га}$.

10.4 Дано:

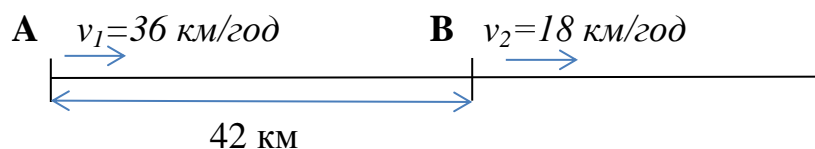
$$v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$t = 0.5 \text{ год}$$

$$v_2 = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$S = 42 \text{ км}$$

$$t_1 = ?$$



За 0,5 год перший велосипедист проїхав $S_1 = v_1 t = 18$ км, тому відстань зменшилась і дорівнювала $S_2 = 42 - 18 = 24$ км. Швидкість з якою перший наздоганяв другого

$$v = v_1 - v_2 = 18 \text{ км/год}. \text{ Тому } t_1 = \frac{S_2}{v} = \frac{24}{18} = 1 \frac{1}{3} \text{ год}$$

Відповідь: $t_1 = 1 \frac{1}{3}$ год

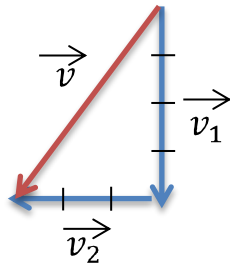
11.4 Дано:

$$v_1 = 4 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 3 \text{ м/с}$$

$$v = ?$$

Масштаб: 1см-1м/с



$$v^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$v = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ м/с}$$

Відповідь: $v = 5 \text{ м/с}$

12.4 Дано:

$$v_1 = 0.8 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0.008 \text{ м/с}$$

$$S_2 = 120 \text{ м}$$

$$v_2 = 4 \text{ м/с}$$

$$S_1 = ?$$

Час горіння шнура і час відбігання однаковий

$$t_1 = t_2; \quad \frac{S_1}{v_1} = \frac{S_2}{v_2} \Rightarrow S_1 = \frac{S_2 v_1}{v_2} = \frac{120 \cdot 0.008}{4} = 0.24 \text{ м}$$

Відповідь: $S_1 = 0.24 \text{ м}$

13.4 Дано:

$$v = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 2.56 \text{ с}$$

$$v_1 = 400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t_1 = ?$$

За умовою задачі $S = S_1$, тому $vt = v_1 t_1$

$$t_1 = \frac{vt}{v_1} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 2.56}{400} = 1920000 \text{ с} = 533 \frac{1}{3} \text{ год}$$

Відповідь: $t_1 = 533 \frac{1}{3} \text{ год}$



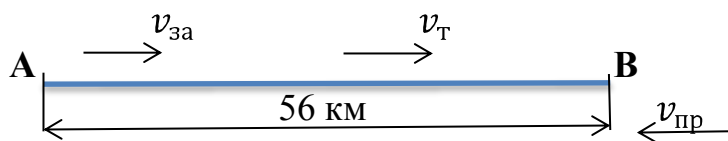
14. Дано:

$$S = 56 \text{ км}$$

$$t_{\text{пр}} = 4 \text{ год}$$

$$v_{\text{к}} = 15 \text{ км/год}$$

$$t_{\text{за}} = ?$$



Час руху за течією знайдемо за формулою $t_{\text{за}} = \frac{S}{v_{\text{к}} + v_{\text{т}}}$.

З формули $t_{\text{пр}} = \frac{S}{v_{\text{к}} - v_{\text{т}}}$ обчислимо $v_{\text{т}}$.

$$v_{\text{т}} = v_{\text{к}} - \frac{S}{t_{\text{пр}}} = 15 - \frac{56}{4} = 1 \frac{\text{км}}{\text{год}}; \quad t_{\text{за}} = \frac{56}{15+1} = 3.5 \text{ год.}$$

Відповідь: $t_{\text{за}} = 3.5 \text{ год.}$

15.4 Дано:

$$v = 1.4 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{т}} = 0.7 \text{ м/с}$$

$$S = 303 \text{ м}$$

$$S_1 = ?$$

Час руху човна через річку дорівнює часові, що його зносила

течія $t_{\text{т}} = t$. Складаємо пропорцію $\frac{S_1}{v_{\text{т}}} = \frac{S}{v}$

$$S_1 = \frac{S v_{\text{т}}}{v} = \frac{303 \cdot 0.7}{1.4} = 151.5 \text{ м}$$

Відповідь: $S_1 = 151,5$ м

16.4 Дано:

$$S = 290 \text{ км}$$

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

$$t = 2 \text{ год}$$

$$S_3 = 26 \text{ км}$$

$$v_2 = ?$$

Опишемо рух автомобілів формулою

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = v_1 t + v_2 t + S_3$$

$$290 = 72 \cdot 2 + 2v_2 + 26$$

$$v_2 = 60 \text{ км/год}$$

Відповідь: $v_2 = 60$ км/год

17.4 Дано:

$$v_1 = 0,12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 0,24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 2,7 \text{ м}$$

$$b = 0,4 \text{ м}$$

$$c = 0,002 \text{ м}$$

$$t = ?$$

Час обробки поверхні дорівнює сумі часу руху різця вперед та

$$\text{часу руху різця назад } t = t_1 + t_2 = \frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2}$$

Шлях руху різця вперед і назад однаковий.

$$\frac{b}{c} - \text{кількість рухів різця, } S = \frac{ab}{c}$$

$$t = \frac{ab}{cv_1} + \frac{ab}{cv_2} = \frac{2,7 \cdot 0,4}{0,002 \cdot 0,12} + \frac{2,7 \cdot 0,4}{0,002 \cdot 0,24} = 6750 \text{ с} = 112,5 \text{ хв}$$

Відповідь: для обробки даної площі потрібно 112,5 хв.

18.4 Дано:

$$v_1 = 340 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 300\,000 \text{ км/с}$$

$$S_1 = 34 \text{ м}$$

$$S_2 = 6000 \text{ км}$$

$$t_1 = ?; t_2 = ?; \Delta t = ?$$

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1}; \quad t_2 = \frac{S_2}{v_2}; \quad \Delta t = t_1 - t_2$$

$$t_1 = \frac{34}{340} = 0,1 \text{ с}$$

$$t_2 = \frac{6000}{300\,000} = 0,02 \text{ с}$$

$$\Delta t = 0,1 - 0,02 = 0,08 \text{ с}$$

Відповідь: раніше почує звук радіослухач, на 0,08 с.

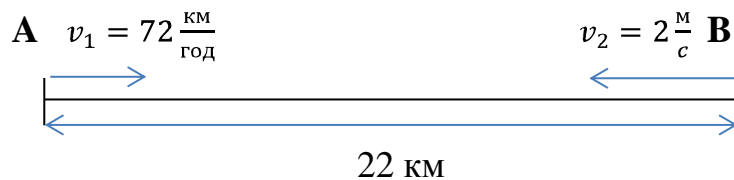
19.4 Дано:

$$S = 22 \text{ км}$$

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

$$v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 7,2 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$S_2 = ?$$



Нехай до зустрічі мотоцикліст та пішохід рухались t год, тоді пішохід пройшов відстань S_2 , а мотоцикліст -

$(22 - S_2)$ км. Запишемо рівняння руху:

$$\frac{22 - S_2}{72} = \frac{S_2}{7,2}$$

$$158,4 - 7,2S_2 = 72S_2$$

$$S_2 = \frac{158,4}{79,2}$$

$$S_2 = 2 \text{ км}$$

Відповідь: мотоцикліст зустрине пішохода на відстані 2 км від пункту В.

20.4 Дано:

$t_1 = 1 \text{ хв}$	$t = \frac{S}{v_e + v_{\Pi}};$
$t_2 = 3 \text{ хв}$	
$t = ?$	

$$t_1 = \frac{S}{v_e} \Rightarrow v_e = \frac{S}{t_1}; \quad t_2 = \frac{S}{v_{\Pi}} \Rightarrow v_{\Pi} = \frac{S}{t_2}$$

$$t = \frac{S}{v_e + v_{\Pi}} = \frac{S}{\frac{S}{t_1} + \frac{S}{t_2}} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} = \frac{1 \cdot 3}{1 + 3} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ хв} = 45 \text{ с}$$

Відповідь: по рухомому ескалатору пасажир підніматиметься 45 с.

21.4 Дано:

$v_1 = 12 \frac{\text{км}}{\text{год}}$	Накладемо систему координат на велосипедиста, тоді швидкість поїзда буде $v_2 - v_1$. Розв'яжемо рівняння:
$S = 140 \text{ м}$	
$t = 8 \text{ с}$	
$v_2 = ?$	

$$v_2 - v_1 \cdot t = S$$

$$v_2 - 3 \frac{1}{3} \cdot 8 = 140$$

$$8v_2 = 140 + \frac{80}{3}$$

$$v_2 = 75 \text{ км/год}$$

Відповідь: швидкість поїзда 75 км/год.

22.4 Дано:

$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{год}}$	Щоб знайти середню швидкість, слід загальний шлях поділити на загальний час. Шлях відомий, а щоб знайти час, потрібно знати час руху на кожній половині ділянки:
$v_2 = 40 \frac{\text{км}}{\text{год}}$	
$S_1 = S_2 = \frac{S}{2}$	
$v_c = ?$	

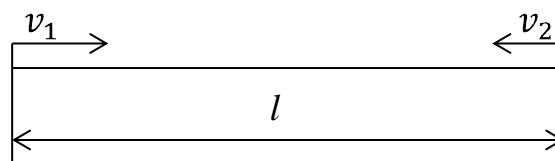
$$t_1 = \frac{S}{2v_1} \text{ і } t_2 = \frac{S}{2v_2}. \text{ Отримаємо загальну формулу:}$$

$$v_c = \frac{S}{\frac{S}{2v_1} + \frac{S}{2v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 40}{60 + 40} = 48 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Відповідь: середня швидкість автомобіля 48 км/год.

23.4 Дано:

$v_1 = 15 \text{ м/с}$
$v_2 = 5 \text{ м/с}$
$l = 4.5 \cdot 10^3 \text{ м}$
$t = ?$



Щоб визначити скільки часу мотоцикліст був у дорозі, потрібно знати час руху в один і другий бік. Час руху можна визначити, адже відома довжина колони і швидкість руху її та мотоцикліста: $t_1 = \frac{l}{v_1 + v_2}$. Оскільки колона рухалася назустріч мотоциклісту, то швидкість його зближення із хвостом колони дорівнюватиме сумі

швидкостей: $v = v_1 + v_2$, при поверненні час дорівнює $t_2 = \frac{l}{v_1 - v_2}$. Виведемо загальну формулу:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{l}{v_1 + v_2} + \frac{l}{v_1 - v_2} = \frac{2l_1}{v_1^2 - v_2^2} = \frac{2 \cdot 4500 \cdot 15}{225 - 25} = 675 \text{ с.}$$

Відповідь: поїздка тривала 675 с.

24.4 Дано:

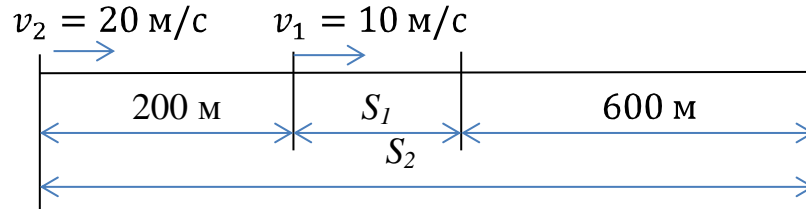
$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$l_1 = 200 \text{ м}$$

$$l_2 = 600 \text{ м}$$

$$t = ?$$



Перший велосипедист рухається, як і другий, рівномірно, час їхнього руху однаковий, а тому можна записати рівняння руху: $S_1 = v_1 t$; $S_2 = v_2 t$.

Але другий проїхав більшу відстань на $S_2 - S_1 = l_1 + l_2$ або

$$v_2 t - v_1 t = l_1 + l_2 \text{ звідки } t = \frac{l_1 + l_2}{v_2 - v_1} = \frac{200 \text{ м} + 600 \text{ м}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$$

Відповідь: відстань в 600 м між велосипедистами буде через 80 с.

25.4 Дано:

$$v_1 = 20 \text{ м/с}$$

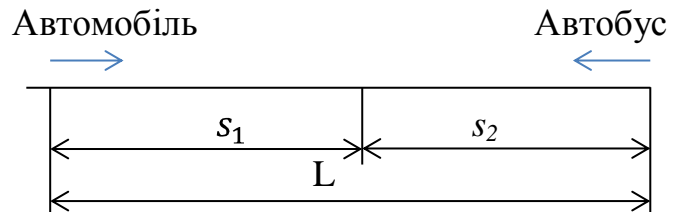
$$v_2 = 16.5 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 25 \text{ м/с}$$

$$l_1 = 15 \text{ м}$$

$$l_2 = 20 \text{ м}$$

$$L = ?$$



Зобразивши на рисунку положення легкового автомобіля у початковий і кінцевий моменти обгону, видно обгін можливий тоді, коли зустрічний автобус перебуватиме на відстані L , яка складається із двох відрізків шляху:

$s_1 = v_1 t$ і $s_3 = v_3 t$. s_1 – це шлях легкового автомобіля, а s_3 – шлях автобуса.

Наклавши систему координат на вантажний автомобіль, визначимо час обгону вантажного автомобіля легковим. Швидкість легкового автомобіля в даній системі координат $(v_1 - v_2)$. Тому $v_1 - v_2 t = l_1 + l_2$

$$t = \frac{l_1 + l_2}{v_1 - v_2} = \frac{15 + 20}{20 - 16.5} = 10 \text{ с.}$$

За цей час автобус подолає $s_3 = 25 \cdot 10 = 250 \text{ м}$, а легковий автомобіль

$s_1 = 20 \cdot 10 = 200 \text{ м}$. Отже, найменша відстань безпечна для обгону

$L = s_1 + s_3 = 450 \text{ м}$.

Відповідь: $L = 450 \text{ м}$.

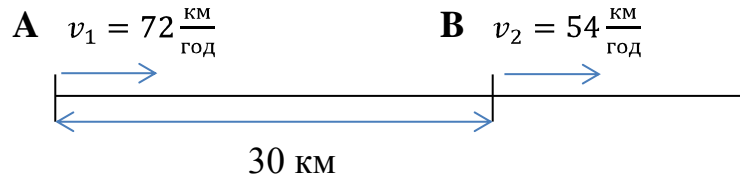
26.4 Дано:

$$S = 30 \text{ км}$$

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

$$v_2 = 54 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$t = ?$$



Накладемо систему координат на другий автомобіль, тоді перший відносно другого буде рухатись зі швидкістю:

$$v = v_1 - v_2 = 72 - 54 = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Знаходимо час протягом якого перший автомобіль наздожене другий:

$$t = \frac{S}{v} = \frac{30 \text{ км}}{18 \frac{\text{км}}{\text{год}}} = 1 \frac{2}{3} \text{ год}$$

Відповідь: $t = 1 \frac{2}{3}$ год.

27.4 Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_3 = 320 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = ?$$

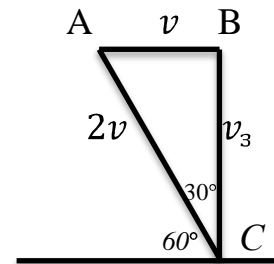
У трикутнику ABC сторона AC=2AB, за властивістю катета, що лежить проти кута 30° в прямокутному трикутнику.

Тому AB=v, AC=2v, а BC=v₃

За теоремою Піфагора маємо $2v^2 = v^2 + v_3^2$

$$4v^2 - v^2 = v_3^2$$

$$v = \frac{v_3^2}{3} = \frac{320^2}{3} \approx 185 \text{ м/с}$$



Відповідь: $v \approx 185 \text{ м/с}$.

28.4 Дано:

$$v_c = 32 \text{ км год}$$

$$S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 4 : 45$$

$$t_1 : t_2 : t_3 = 4 : 1 : 20$$

$$v_1 = ?; v_2 = ?; v_3 = ?$$

Середня швидкість руху - це відношення усього шляху до часу $v_c = \frac{S}{t}$, звідси шлях дорівнює $S = v_c t$.
З відношення довжин ділянок маємо: $S_1 = \frac{1}{50} S$; $S_2 = \frac{4}{50} S$; $S_3 = \frac{45}{50} S$, а з відношення відповідних інтервалів часу:

$$t_1 = \frac{4}{25} t; t_2 = \frac{1}{25} t; t_3 = \frac{20}{25} t. \text{ Обчислимо швидкість туриста на першій ділянці.}$$

$$v_1 = \frac{S_1}{t_1} = \frac{\frac{1}{50} S}{\frac{4}{25} t} = \frac{\frac{1}{50} v_c t}{\frac{4}{25} t} = \frac{1 \cdot 32 \text{ км год} \cdot 25}{50 \cdot 4} = 4 \text{ км год};$$

Швидкість туриста мікроавтобусом:

$$v_2 = \frac{S_2}{t_2} = \frac{\frac{4}{50} S}{\frac{1}{25} t} = \frac{\frac{4}{50} v_c t}{\frac{1}{25} t} = \frac{4 \cdot 32 \text{ км год} \cdot 25}{50 \cdot 1} = 64 \text{ км год};$$

Швидкість туриста поїздом:

$$v_3 = \frac{S_3}{t_3} = \frac{\frac{45}{50} S}{\frac{20}{25} t} = \frac{\frac{45}{50} v_c t}{\frac{20}{25} t} = \frac{45 \cdot 32 \text{ км год} \cdot 25}{50 \cdot 20} = 36 \text{ км год.}$$

Відповідь: $v_1 = 4$ км год, $v_2 = 64$ км год, $v_3 = 36$ км год.

29.4 Дано:

$$m = 70 \text{ кг}$$

$$v = 5 \text{ м с}$$

$$v_1 = 9 \text{ м с}$$

$$v_2 = 8 \text{ м с}$$

$$m_6 = ?$$

Відношення мас двох тіл, під час взаємодії, дорівнює оберненому відношенню зміни їх швидкостей:

$$\frac{m}{m_6} = \frac{v_1 - v_2}{v}, \text{ звідси } m_6 = \frac{mv}{v_1 - v_2}.$$

$$m_6 = \frac{70 \text{ кг} \cdot 5 \text{ м с}}{1 \text{ м/с}} = 350 \text{ кг.}$$

Відповідь: маса бика 350 кг.

30.4 Дано:

$$v_1 = 70 \text{ км год}$$

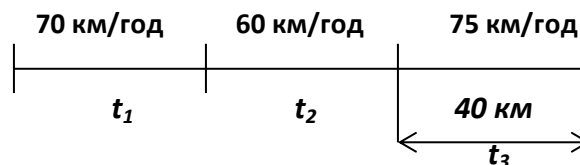
$$v_2 = 60 \text{ км год}$$

$$v_3 = 75 \text{ км год}$$

$$s = 40 \text{ км}$$

$$t_2 = ?; v_c = ?$$

Зробимо схематичний малюнок.



За умовою задачі автобус мав рухатись до Хмельницького зі швидкістю 70 км год і прибути до нього у зазначений час. Дощ вніс зміни до швидкості руху, проте автобус після зменшення та збільшення швидкості прибув у пункт призначення вчасно. Отже, ні шлях, ні час не змінився, тому середня швидкість руху $v_c = 70$ км год. Середня швидкість - це відношення усього шляху до затраченого на цей шлях часу.

$v_c = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3}$. Довжину кожної з трьох ділянок знайдемо за формулами:

$s_1 = v_1 t_1$, $s_2 = v_2 t_2$, $s_3 = v_3 t_3$. Знаючи шлях і швидкість третьої ділянки, знаходимо час руху:

$$t_3 = \frac{40 \text{ км}}{75 \text{ км год}} = \frac{8}{15} \text{ год}$$

Запишемо формулу середньої швидкості і підставимо в нього відповідні величини.

$$70 = \frac{70t_1 + 60t_2 + 40}{t_1 + t_2 + \frac{8}{15}}$$

$$70t_1 + 70t_2 + 70 \cdot \frac{8}{15} = 70t_1 + 60t_2 + 40$$

$$10t_2 = 8 \cdot \frac{3}{3}$$

$$t_2 = 4 \cdot \frac{3}{15} \text{ год} = 16 \text{ хв}$$

Відповідь: дощ йшов 16 хв, середня швидкість руху автобуса 70 км/год.

31.4 Дано:

$$r = 0.5 \text{ м}$$

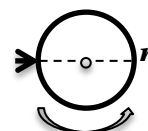
$$n = 3000 \text{ об хв} =$$

$$= 50 \text{ об/с}$$

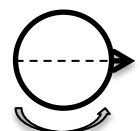
$$v = ?$$

Зобразимо циліндр в момент, коли його куля пробиває і коли вилітає з нього.

Як видно з малюнка шлях, що пройшла куля, дорівнює



а)



б)

діаметру циліндра $s = d = 2r = 1$ м. Період обертання циліндра величина обернена до частоти $T = \frac{1}{n}$

$T = \frac{1}{50} = 0.02$ с Так, як куля вилітає тим же отвором що й влетіла, то циліндр робить півоберта, тому час руху кулі $t = 0.01$ с. Знайдемо швидкість кулі

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1 \text{ м}}{0.01 \text{ с}} = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Відповідь: швидкість кулі 100 м/с.

32.4 Дано:

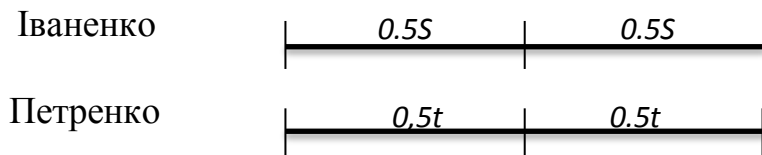
$$v_1 = 4 \text{ м с}$$

$$v_2 = 6 \text{ м с}$$

$$u_1 = 4 \text{ м с}$$

$$u_2 = 6 \text{ м с}$$

$$S = 400 \text{ м}$$



$t_{\text{ІВ}} = ? ; t_{\text{П}} = ?$ Знайдемо час першого бігуна $t = t_1 + t_2 = \frac{0.5S}{v_1} + \frac{0.5S}{v_2} = \frac{200 \text{ м}}{4 \text{ м с}} + \frac{200 \text{ м}}{6 \text{ м с}} = 50 \text{ с} + 33 \frac{1}{3} \text{ с} = 88 \frac{1}{3} \text{ с}$

Другий бігун усю дистанцію розбив на дві частини і пробіг їх з різною швидкістю, але за однаковий час, тому маємо $S = S_1 + S_2 = 0.5tu_1 + 0.5tu_2$

Звідси $t = \frac{S}{0.5 \cdot (u_1 + u_2)} = \frac{400 \text{ м}}{0.5 \cdot (4 \text{ м с} + 6 \text{ м с})} = 80 \text{ с}$.

Відповідь: першим прибіжить Петренко, випередивши Іваненка на $8 \frac{1}{3}$ с.

33.4 Дано:

$$v = 18 \text{ км год}$$

$$t = 1 \text{ хв}$$

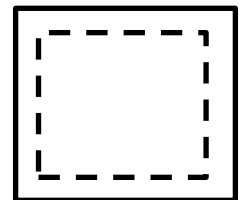
$$n = 3$$

$$s_1 = 30 \text{ м}$$

$$l = ?$$

Відстань між стінкою басейна та дельфіном знайдемо, якщо різницю між довжиною стінки і шляхом по якому плив дельфін поділимо на два.

$$l = \frac{s_1 - s_2}{2}$$



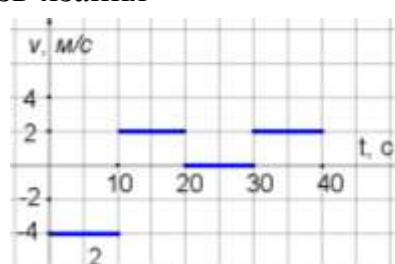
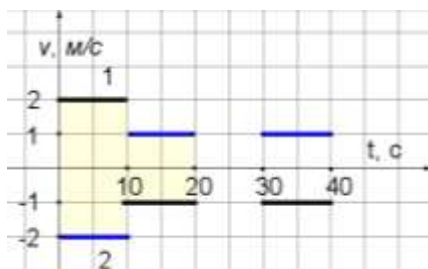
Дельфін проплив 3 рази басейн, тому шлях, який він проплив біля стінки визначаємо за формулою $s_2 = \frac{s}{12} = \frac{vt}{12}$

Звідси $l = \frac{s_1 - \frac{vt}{12}}{2} = \frac{30 \text{ м} - \frac{5 \text{ м с} \cdot 60 \text{ с}}{12}}{2} = 2.5 \text{ м}$

Відповідь: відстань між дельфіном і стінкою басейна 2,5 м.

34.4

Розв'язання



35.4 Дано:

$$S = 480 \text{ м}$$

$$v_1 = v_2 = 10 \text{ м/с}$$

$$u_1 = u_2 = 2 \text{ м/с}$$

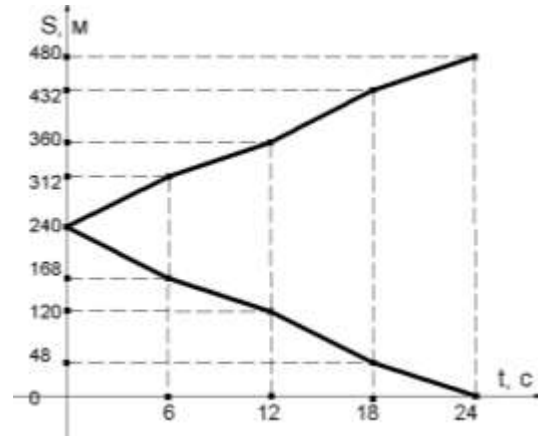
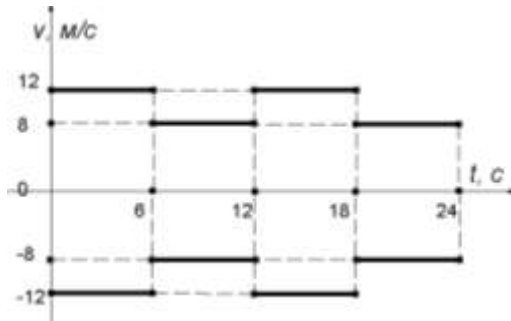
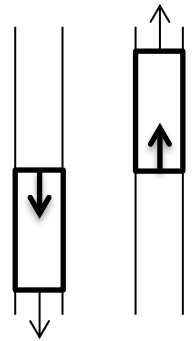
$$l = 12 \text{ м}$$

$$t = ?$$

Якщо відстань ділянки 480 м, то кожен трамвай, від моменту зустрічі, проїде 240 м за 24 секунди.

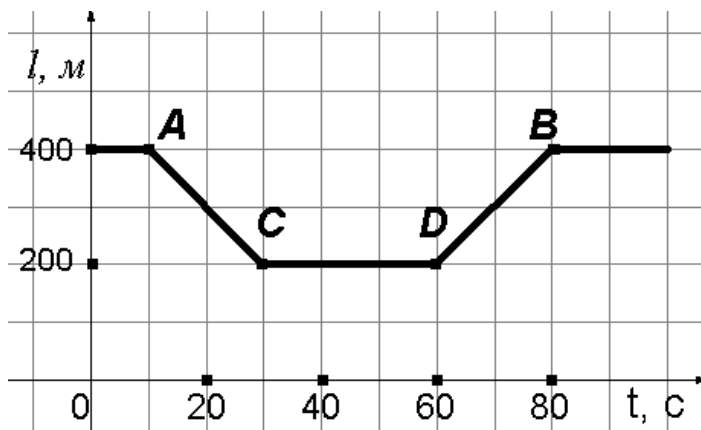
Довжина шляху, яку проходить кондуктор між майданчиками 12 м, при швидкості 2 м/с час руху 6 с. Отже, відносно землі кондуктор 6 с має

швидкість 12 м/с, коли рухається в напрямку руху трамвая, і стільки ж часу 8 м/с, коли рухається в зворотному напрямі. Знаючи швидкість і час руху, знаходимо відповідний шлях ділянок та будуємо графіки.



Відповідь: через 24 с кондуктори опиняться на кінцях ділянки.

36.4 Дано:



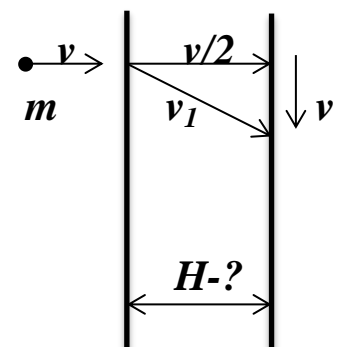
Зробивши аналіз графіка бачимо, що в точці А перший автомобіль в'їхав на міст, його швидкість зменшилась до v_2 і відстань між авто скорочувалася протягом 20 с. Отже, другий автомобіль був на відстані 400 м від мосту, тому поділивши шлях на час, отримаємо швидкість $v_1 = \frac{400 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$. За цей самий час перший проїхав по мосту 200 м, тому $v_2 =$

$\frac{200 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 10 \text{ м/с}$. Ділянка графіка CD показує, що протягом 30 с автомобілі рухались по мосту, відстань між ними 200 м, поки перший не з'їхав з нього. Час руху першого автомобіля по мосту 50 с, тому довжина мосту $L = 50 \text{ с} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 500 \text{ м}$.

Відповідь: $v_1 = 20 \text{ м/с}$, $v_2 = 10 \text{ м/с}$, $L = 500 \text{ м}$.

37.4 Розв'язання: Зробимо малюнок.

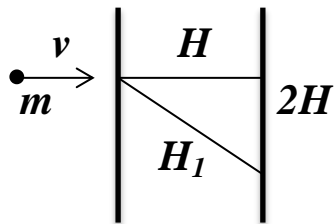
Швидкість шайби на транспортері складається з двох швидкостей: власної швидкості шайби, яка дорівнює середньому арифметичному початкового і кінцевого



значення $v_c = \frac{v+v_0}{2}$, де $v_0 = 0$ – швидкість в кінці транспортера, та швидкості самого транспортера v . За теоремою Піфагора знаходимо швидкість шайби на транспортері відносно площини ковзання

$$v_1 = \sqrt{\left(\frac{v}{2}\right)^2 + v^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}v.$$

Опишемо відстань, яку проходить шайба по транспортеру, відносно землі.



Якщо поперечна швидкість шайби в два рази менша за швидкість повздовж транспортера, то і відстань, яку пройде шайба повздовж буде у два рази більша.

Запишемо формулу шляху шайби по транспортеру

$$\text{відносно землі } H_1 = \sqrt{H^2 + 4H^2} = \sqrt{5}H$$

Кінетична енергія шайби дорівнює роботі сили тертя

$$E_k = A_{\text{тр}} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = FH_1$$

Зробивши відповідні підстановки, отримуємо $\frac{5mv^2}{8} = \sqrt{5}FH$

$$H = \frac{\sqrt{5}mv^2}{8F} = \frac{0,28mv^2}{F}$$

Відповідь: ширина транспортера $H \leq \frac{0,28mv^2}{F}$.

38.4 Дано:

$v = 3 \text{ м/с}$	Середня швидкість руху це відношення усього шляху до часу $v_c = \frac{S}{t}$
$v_c = \frac{15}{16}v$	Проти течії катер рухався зі швидкістю $(v - v_T)$, а за течією $(v + v_T)$,
$v_T = ?$	а час руху знайдемо поділивши шлях на швидкість $t_{\text{пр}} = \frac{S}{v - v_T}$,

$t_{\text{за}} = \frac{S}{v + v_T}$. Підставивши вирази часу у формулу середньої швидкості, знаходимо швидкість течії.

$$v_c = \frac{2S}{t_{\text{пр}} + t_{\text{за}}} = \frac{2S}{\frac{S}{v - v_T} + \frac{S}{v + v_T}} = \frac{2S}{S\left(\frac{v + v_T + v - v_T}{v^2 - v_T^2}\right)} = \frac{2(v^2 - v_T^2)}{2v}$$

$$v_T = \sqrt{v^2 - v_c v} = 9 - \frac{15}{16} \cdot 3 \cdot 3 = \frac{9}{16} = 0,75 \text{ км/год.}$$

Відповідь: швидкість течії 0,75 км/год.

39.4 Дано:

$v = 18 \text{ км/год}$	Виразимо швидкість руху у метрах за хвилину $18 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 300 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$
$d = 70 \text{ см}$	Обчислимо довжину обода колеса $l = \pi d = 3,14 \cdot 0,7 \text{ м} = 2,198 \text{ м}$
$n_1 = 48$	$\frac{n_1}{n_2} = 3,2$ – передаточне число зубчаток велосипеда.
$n_2 = 15$	Поділивши 300 м, що повинен долати велосипедист за хвилину, на
$N = ?$	довжину обода, визначаємо кількість обертів, що має зробити для

цього колеса $\frac{S}{l} = \frac{300 \text{ м}}{2,198 \text{ м}} = 136,5$ і, поділивши на передаточне число $136,5/3,2=43$, отримаємо оберти ведучої зубчатки.

Відповідь: велосипедист повинен робити 43 оберти педалями, щоб рухатись зі швидкістю 18 км год.

40.4 Дано:

$t = 20 \text{ хв}$	$v_c = \frac{S}{t} = \frac{S_1+S_2}{t}$. Загальний час відомий, знайдемо шлях для розгону та гальмування S_1 , та шлях рівномірного руху S_2 . Швидкість для розгону та гальмування це середнє арифметичне початкової і кінцевої швидкості $v_1 = \frac{v_0+v}{2} = 40 \text{ км год}$. Тоді шлях $S_1 = 40 \text{ км год} \cdot \frac{4}{60} \text{ год} = \frac{8}{3} \text{ км}$, а $S_2 = 80 \text{ км год} \cdot \frac{16}{60} \text{ год} = \frac{64}{3} \text{ км}$.
$v = 80 \text{ км год}$	
$t_1 = 4 \text{ хв}$	
$v_c = ?; S = ?$	

$$S = \frac{8}{3} \text{ км} + \frac{64}{3} \text{ км} = \frac{72}{3} \text{ км} = 24 \text{ км}$$

$$v_c = \frac{\frac{8}{3} \text{ км} + \frac{64}{3} \text{ км}}{\frac{1}{3}} = 72 \text{ км год.}$$

Відповідь: $v_c = 72 \text{ км год}$, $S = 24 \text{ км}$.

41.4 Дано:

$R = 5 \text{ м}$	Швидкість звуку по міді більша, тому звук зустрі- неється на півкільці з оло- ва на деякій відстані S від місця спайки. Час руху до зустрічі однако- вий, тому $\frac{S_M}{v_M} + \frac{S}{v_o} = \frac{S_o-S}{v_o}$.
$v_M = 4700 \text{ м с}$	
$v_o = 3320 \text{ м с}$	
$t = ?$	

За формулою довжини кола знаходимо величину пів кілець $S_M = S_o = \pi R = 15,7 \text{ м}$

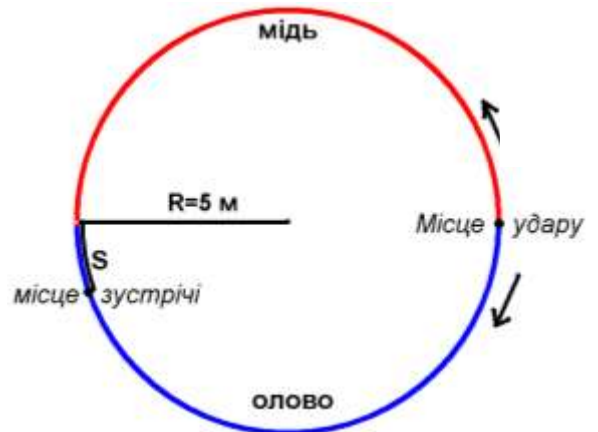
$$\frac{15,7 \text{ м}}{4700 \text{ м с}} + \frac{S}{3320 \text{ м с}} = \frac{15,7 \text{ м} - S}{3320 \text{ м с}}$$

$$\frac{2 \cdot S}{3320 \text{ м с}} = 0,0047 - 0,0033 = 0,0014 \text{ с}$$

$$S = 2,3 \text{ м}$$

$$t = \frac{S_o - S}{v_o} = \frac{15,7 \text{ м} - 2,3 \text{ м}}{3320 \text{ м с}} = 0,004 \text{ с}$$

Відповідь: хвилі зустрінуться через 0,004 с.



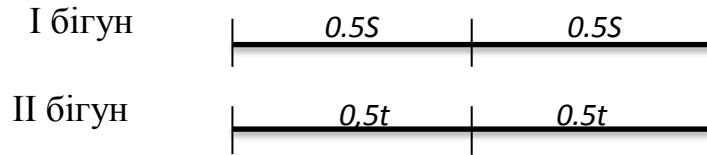
42.4 Розв'язання:

Розглянемо рух велосипедиста та мотоцикліста відносно пішохода. Якщо велосипедист за час t наблизився до пішохода на 5 км, то за $2t$ він його наздожене, пройде 10 км. Мотоцикліст за час t подолав відстань 10 км, то за $2t$ випереджатиме пішохода на 10 км.

Відповідь: коли велосипедист наздожене пішохода, мотоцикліст випереджатиме його на 10 км.

43.4 Дано:

$$\begin{aligned} v_1 &= 4 \text{ м/с} \\ v_2 &= 6 \text{ м/с} \\ u_1 &= 4 \text{ м/с} \\ u_2 &= 6 \text{ м/с} \\ S &= 1500 \text{ м} \end{aligned}$$



$$t_{IB} = ?; t_{II} = ? \quad \text{Знайдемо час першого бігуна } t = t_1 + t_2 = \frac{0.5S}{v_1} + \frac{0.5S}{v_2} = \frac{750 \text{ м}}{4 \text{ м/с}} + \frac{750 \text{ м}}{6 \text{ м/с}} = 187,5 \text{ с} + 125 \text{ с} = 312,5 \text{ с}.$$

Другий бігун усю дистанцію розбив на дві частини і пробіг їх з різною швидкістю, але за однаковий час, тому маємо $S = S_1 + S_2 = 0.5tu_1 + 0.5tu_2$

$$\text{Звідси } t = \frac{S}{0.5 \cdot (u_1 + u_2)} = \frac{1500 \text{ м}}{0.5 \cdot (4 \text{ м/с} + 6 \text{ м/с})} = 300 \text{ с}.$$

Переміг другий бігун, випередивши першого на 12,5 с. Знаходимо відстань яка була між бігунами на фініші, для чого різницю часу помножимо на швидкість першого бігуна $S = 12,5 \text{ с} \cdot 6 \text{ м/с} = 75 \text{ м}.$

Відповідь: першим набіжить другий бігун, випередивши першого на 75 м.

44.4 Дано:

$$\begin{aligned} V &= 2 \text{ м/с} \\ L &= 100 \text{ м} \\ U &= 1,5 \text{ м/с} \\ l &=? \end{aligned}$$

Швидкість людини, яка іде в напрямку руху ескалатора відносно землі $v_1 = 3,5 \text{ м/с}$, а яка іде назустріч – $v_2 = 0,5 \text{ м/с}$.

Якщо відстань, яку пройде людина від входу на ескалатор $l \text{ м}$, то інша людина пройде $L - l \text{ м}$. Час руху до зустрічі однаковий, тому:

$$\begin{aligned} t &= \frac{l}{v_1}, \quad t = \frac{L - l}{v_2} \quad \text{маємо рівність } \frac{l}{v_1} = \frac{L - l}{v_2} \\ \frac{l}{3,5 \text{ м/с}} &= \frac{100 \text{ м} - l}{0,5 \text{ м/с}} \\ 0,5l &= 350 - 3,5l \\ 4l &= 350 \\ l &= 87,5 \text{ м} \end{aligned}$$

Відповідь: зустріч відбудеться на відстані 87,5 м від входу на ескалатор.

45.4 Дано:

$$\begin{aligned} N &= 1 \text{ об/с} \\ d &= 50 \text{ см} \\ n_1 &= 48 \\ n_2 &= 15 \\ v &=? \end{aligned}$$

Обчислимо довжину обода колеса $l = \pi d = 3,14 \cdot 0,5 \text{ м} = 1,57 \text{ м}$

$\frac{n_1}{n_2} = 3,2$ – передаточне число зубчаток велосипеда.

Помноживши передаточне число на довжину, обода отримаємо відстань, яку проходить велосипед за одне обертання педалей, а це і буде його швидкість $v = 3,2 \cdot 1,57 \text{ м} = 5,024 \text{ м/с}$.

Відповідь: швидкість велосипедиста $5 \text{ м/с} = 18 \text{ км/год}$.

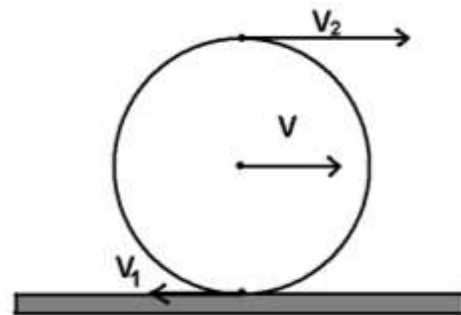
46.4 Дано:

$v_1 = 2 \text{ м с}$
 $v_2 = 10 \text{ в с}$
 $v = ?$

Швидкість центра колеса є різниця швидкостей нижньої та верхньої точок поділена на два.

$$v = \frac{v_2 - v_1}{2} = \frac{10 \text{ в с} - 2 \text{ м с}}{2} = 4 \text{ м с.}$$

Відповідь: швидкість центра колеса 4 м с.



47.4 Розв'язання.

Хлопчики наближаються один до одного зі швидкістю $v_1 + v_2$. Час, за який відстань між ними скоротиться від l_1 до l_2 , дорівнює $t = \frac{l_1 - l_2}{v_1 + v_2}$. За цей час м'яч пролетить

відстань $l = \frac{v(l_1 - l_2)}{v_1 + v_2}$.

Відповідь: $l = \frac{v(l_1 - l_2)}{v_1 + v_2}$.

48.4 Дано:

$v_1 = 5 \text{ км/год}$
 $v_2 = 20 \text{ км/год}$
 $S_1 = S_2 = S$
 $v_c = ?$

Середня швидкість – це $v_c = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2}$, де S_1 і S_2 – шлях при підйомі та спуску. За умовою задачі він рівний і дорівнює S . t_1 і t_2 – час на гору та з гори відповідно.

$$t_1 = \frac{S}{v_1}, \quad t_2 = \frac{S}{v_2}. \quad \text{Звідси маємо:}$$

$$v_c = \frac{2S}{\frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 5 \text{ км/год} \cdot 20 \text{ км/год}}{5 \text{ км год} + 20 \text{ км/год}} = 8 \text{ км год}$$

Відповідь: $v_c = 8 \text{ км год}$.

49.4 Дано:

$v_T = 3 \text{ м с}$
 $v_1 = 2v_2$
 $S_1 = S_2 = S$
 $v_c = ?$

Швидкість за течією v_1 вдвічі більша, ніж швидкість проти течії v_2 .

$$v_1 = v_k + v_T \quad v_2 = v_k - v_T.$$

$$v_1 = 2v_2 \Rightarrow v_k + v_T = 2(v_k - v_T)$$

$$v_k - 2v_k = -9 \text{ м с}$$

$$v_k = 9 \text{ м с}$$

$$\text{Звідси } v_1 = 12 \text{ м с}, \quad v_2 = 6 \text{ м с.}$$

$$v_c = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{2S}{\frac{S}{v_1} + \frac{S}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 12 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ м/с}}{12 \text{ м с} + 6 \text{ м/с}} = 8 \text{ м с}$$

Відповідь: $v_c = 8 \text{ м с}$.

50.4 Розв'язання:

Пішохід побачив машину, пройшовши $4/7$ моста і

дійшов до його кінця одночасно з машиною, подолавши решту $3/7$ його частини.

Коли б він повернув назад, то також пройшов би $3/7$ його частини, а машина



під'їхала б до мосту. Отже, за час руху машини по мосту пішохід подолав $1/7$ його частини, тому що біля його початку вони були одночасно. Якщо довжину мосту позначити l , то швидкість машини $v_M = \frac{l}{t}$, а швидкість пішохода $v_P = \frac{\frac{1}{7}l}{t}$. Знайдемо відношення їх швидкостей.

$$\frac{v_M}{v_P} = \frac{l}{t} : \frac{\frac{1}{7}l}{t} = \frac{l}{t} \cdot \frac{7t}{l} = 7$$

Відповідь: швидкість автомобіля відноситься до швидкості пішохода як 7:1.

51.4 Розв'язання:

Нехай людина біжить по ескалатору зі швидкістю v і нараховує за час t 50 східців. Якщо швидкість стала $2v$, то час руху зменшився і став $1/2t$. Ескалатор рухався в обох випадках з однаковою швидкістю. У першому випадку за час t він встиг «сховати» x східців, а в другому - у два рази менше $\frac{x}{2}$. Маємо рівність:

$$\begin{aligned} 50 + x &= 75 + \frac{x}{2} \\ 0.5x &= 25 \\ x &= 50 \\ 50 + 50 &= 100 \end{aligned}$$

Відповідь: на нерухомому ескалаторі людина нарахує 100 східців.

52.4 Дано:

$$n = 100$$

$$n_1 = 97$$

$$v_T = 45 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_L = ?$$

Якщо довжина одного круга S км, то за час t лідер проїхав $100S$ км, а основна група $97S$ км. Маємо рівність: $\frac{100S}{v_L} = \frac{97S}{v_T}$, звідси

$$v_L = \frac{100v_T}{97} = \frac{100 \cdot 45 \text{ км год}}{97} = 46,4 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

Відповідь: швидкість лідера $46,4 \frac{\text{км}}{\text{год}}$.

53.4 Дано:

$$v_1 = 60 \text{ км год}$$

$$v = ?$$

Автомобіль за час t проїде весь міст, а Іа-іа подолає $2/8$ його частини. Звідси: $t = \frac{l}{v_1} = \frac{\frac{2}{8}l}{v}$

$$v = \frac{v_1 \cdot \frac{2}{8}l}{l} = 60 \text{ км год} \cdot \frac{2}{8} = 15 \text{ км год.}$$

Відповідь: швидкість Іа-іа 15 км год.

54.4 Дано:

$$t_1 = 1 \text{ хв}$$

$$t_2 = 4 \text{ хв}$$

$$t = ?$$

Час опускання нерухомої людини ескалатором $t = \frac{S}{v_e}$, де S – довжина ескалатора, v_e – його швидкість. Якщо людина біжить по ескалатору в напрямку його руху, то $t_1 = \frac{S}{v_L + v_e}$, проти руху ескалатора - $t_2 = \frac{S}{v_L - v_e}$.

Знайдемо швидкість людини в обох формулах і прирівняємо формули $v_{л} = \frac{S}{t_1} - v_e$; $v_{л} = \frac{S}{t_2} + v_e$.

$\frac{S}{t_1} - v_e = \frac{S}{t_2} + v_e \Rightarrow v_e = \frac{S(t_2 - t_1)}{2t_1 t_2}$. Підставимо швидкість ескалятора в першу формулу і знайдемо шуканий час $t = \frac{S}{\frac{S(t_2 - t_1)}{2t_1 t_2}} = \frac{2t_1 t_2}{t_2 - t_1} = \frac{2 \cdot 1 \text{ хв} \cdot 4 \text{ хв}}{4 \text{ хв} - 1 \text{ хв}} = 2 \frac{2}{3} \text{ хв}$.

Відповідь: людина, яка стоїть на ескалаторі, опуститься за $2 \frac{2}{3}$ хв.

55.4 Дано:

$$v_1 = 4 \text{ км год}$$

$$v_2 = 2 \text{ км год}$$

$$v_3 = 6 \text{ км год}$$

$$S = 12 \text{ км}$$

$$t = 3,5 \text{ год}$$

$$S_2 = ?$$

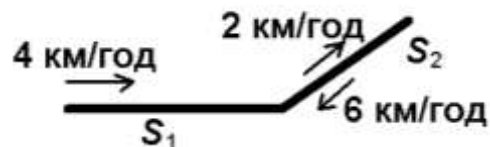
Позначимо шлях рівниною S_1 , а довжину гори S_2 .

Весь шлях 12 км, а в одну сторону 6 км, тому $6 = S_1 + S_2$.

Звідси $S_1 = 6 - S_2$

Запишемо рівняння часу руху туриста:

$$\begin{aligned} \frac{S_1}{v_1} + \frac{S_2}{v_2} + \frac{S_2}{v_3} + \frac{S_1}{v_1} &= t \\ \frac{2(6 - S_2)}{4} + \frac{S_2}{2} + \frac{S_2}{6} &= 3,5 \\ \frac{18 - 3S_2 + 3S_2 + S_2}{6} &= 3,5 \\ 18 + S_2 &= 21 \\ S_2 &= 3 \text{ км} \end{aligned}$$



Відповідь: довжина спуску 3 км.

56.4 Дано:

$$v_{\text{Т}} = 1 \text{ м с}$$

$$v = ?$$

За час t пліт пропливе відстань S , а човен $3S$. $t = \frac{S}{v_{\text{Т}}}$; $t = \frac{2S}{v + v_{\text{Т}}} + \frac{S}{v - v_{\text{Т}}}$.

Прирівняємо дані рівності і знайдемо швидкість човна відносно води.

$$\begin{aligned} \frac{S}{v_{\text{Т}}} &= \frac{2S}{v + v_{\text{Т}}} + \frac{S}{v - v_{\text{Т}}} \\ \frac{1}{v_{\text{Т}}} &= \frac{2}{v + v_{\text{Т}}} + \frac{1}{v - v_{\text{Т}}} \\ v^2 - v_{\text{Т}}^2 &= v_{\text{Т}}(2v - 2v_{\text{Т}} + v + v_{\text{Т}}) \\ v^2 - v_{\text{Т}}^2 &= 3v_{\text{Т}}v - v_{\text{Т}}^2 \\ v^2 - 3v_{\text{Т}}v &= 0 \\ v(v - 3v_{\text{Т}}) &= 0 \\ v &= 3 \text{ м с} \end{aligned}$$

Відповідь: швидкість човна відносно води 3 м/с.

V. СИЛИ В ПРИРОДІ

1.5 Дано:

$$S = 0.04 \text{ м}^2$$

$$l = 5 \text{ м}$$

$$m_6 = 24 \text{ кг}$$

$$\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$V_2 = ?$$

Вага ртуті з балоном зрівноважила вагу балки.

$$P_p + P_6 = P$$

$$m_p g + m_6 g = m g \Rightarrow \rho_2 V_2 + m_6 = \rho V$$

$$V_2 = \frac{\rho V - m_6}{\rho_2} = \frac{\rho S l - m_6}{\rho_2} = \frac{800 \cdot 0.04 \cdot 5 - 24}{13600} = 0.01 \text{ м}^3 = 10 \text{ дм}^3$$

Відповідь: об'єм ртуті 10 дм³.

2.5 Дано:

$$F_1 = 3.5 \text{ Н}$$

$$l_1 = 5.3 \text{ см}$$

$$F_2 = 2 \text{ Н}$$

$$l_2 = 4.1 \text{ Н}$$

$$l = ?$$

За законом Гука $F_1 = k(l_1 - l)$ та $F_2 = k(l_2 - l)$

$$k = \frac{F_1}{l_1 - l} \quad k = \frac{F_2}{l_2 - l}$$

$$\frac{3.5}{5.3 - l} = \frac{2}{4.1 - l} \Rightarrow 3.5 \cdot 4.1 - l = 2(5.3 - l)$$

$$l = 2.5 \text{ см}$$

Відповідь: довжина пружини без навантаження 2,5 см.

3.5 Дано:

$$S = 1 \text{ м}^2$$

$$S_1 = 20 \text{ см}^2 = 0.002 \text{ м}^2$$

$$v_1 = 2 \text{ м/с}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$v = ? \quad m = ?$$

Знаходимо об'єм води, який витікає за 1 с

$$V = S_1 h_1 = 0.002 \cdot 2 = 0.004 \text{ м}^3$$

$$\text{Взнаємо масу } m = \rho V = 1000 \cdot 0.004 = 4 \text{ кг}$$

Обчислюємо висоту стовпа води в резервуарі, на яку вона знижується при витіканні

$$h = \frac{V}{S} = \frac{0.004}{1} = 0.4 \text{ см}$$

Відповідь: швидкість зниження води в резервуарі $v = 0.4 \text{ м/с}$, $m = 4 \text{ кг}$

4.5 Дано:

$$d = 2 \text{ мм} = 0.002 \text{ м}$$

$$P = 4.25 \text{ Н}$$

$$d_1 = 10 \text{ см} = 0.1 \text{ м}$$

$$\rho = 8800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$n = ?$$

Кількість витків знайдемо, коли довжину дроту поділимо на довжину одного витка.

$$l = \frac{m}{\rho S}; \quad l_1 = 2\pi \frac{d_1}{2}; \quad m = \frac{P}{g}; \quad S = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$n = \frac{l}{l_1} = \frac{4P}{\rho \pi^2 d^2 d_1 g} = \frac{4 \cdot 4.25}{8800 \cdot 3.14^2 \cdot 0.002^2 \cdot 0.1 \cdot 9.8} = 50 \text{ витків}$$

Відповідь: 50 витків.

5.5 Дано:

$$S = 1000 \text{ м}^2$$

$$h = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$P_1 = 2 \text{ кН/м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$V_6 = ?$$

Об'єм води знайдемо, якщо масу поділимо на густину.

$$V_B = \frac{m}{\rho}; \quad m = V m_1, \text{ де } V - \text{ об'єм снігу, } m_1 - \text{ маса снігу в } 1 \text{ м}^3.$$

$$m_1 = \frac{P_1}{g}; \quad V = Sh$$

$$V_B = \frac{ShP}{\rho g} = \frac{1000 \cdot 0,1 \cdot 2000}{1000 \cdot 9,8} = 20,4 \text{ м}^3$$

Відповідь: 20,4 м³

6.5 Дано:

$$V = 2 \text{ см} \times 3 \text{ см} \times 1 \text{ см}$$

$$F = 1 \text{ Н}$$

$$x = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$$

$$\rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$x_1 = ?$$

Сила тяжіння, яка діє на брусок, дорівнює силі пружності.

$$F_{\text{Тя}} = F_{\text{Пр}}; \quad \rho V g = \frac{F}{x} x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{\rho V g x}{F}$$

$$x_1 = \frac{7800 \cdot 0,02 \cdot 0,03 \cdot 0,01 \cdot 9,8 \cdot 0,01}{1} \approx 0,0046 \text{ м} = 0,46 \text{ см}$$

Відповідь: пружина видовжиться на 0,46 см.

7.5 Дано:

$$l = 5 \text{ м}$$

$$P = 0,8 \text{ Н}$$

$$m_1 = 1 \text{ г}$$

$$m_2 = 5 \text{ г}$$

$$m_3 = 10 \text{ г}$$

$$l_1 = ?; l_2 = ?; l_3 = ?$$

Знайдемо довжину дротини в 1 г ($g = 9,8 \text{ Н/кг}$)

$$l_1 = \frac{l}{m} = \frac{l}{\frac{P}{g}} = \frac{lg}{P} = \frac{5 \cdot 9,8}{0,8} = 61,25 \frac{\text{м}}{\text{кг}} = 61 \text{ мм/г}$$

$$l_2 = l_1 \cdot m_2 = 61,25 \cdot 5 = 306 \text{ мм}$$

$$l_3 = l_1 \cdot m_3 = 61,25 \cdot 10 = 613 \text{ мм}$$

Відповідь: $l_1=61$ мм; $l_2=306$ мм; $l_3=613$ мм.

8.5 Дано:

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$k = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\mu = 0,2$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$x = ?$$

$$F_{\text{Тр}} = F_{\text{Пр}}$$

$$\mu mg = kx \Rightarrow x = \frac{\mu mg}{k}$$

$$x = \frac{0,2 \cdot 4 \cdot 9,8}{100} = 0,0784 \text{ м} = 7,84 \text{ см}$$

Відповідь: пружина видовжиться на 7,84 см.

9.5 Дано:

$$m = 120 \text{ кг}$$

$$F = 150 \text{ Н}$$

$$m_1 = 500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$$

$$\mu = 0,25$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$n = ?$$

$$F_{\text{Тр}} - F = F_{\text{кн}}$$

$$\mu mg - F = m_1 n g$$

$$n = \frac{\mu mg - F}{m_1 g} = \frac{0,25 \cdot 120 \cdot 9,8 - 150}{0,5 \cdot 9,8} = 29,39 \approx 30$$

Відповідь: потрібно вийняти з шафи 30 книжок.

10.5 Дано:

$$V = 3 \text{ л} = 0.003 \text{ м}^3$$

$$F = 25 \text{ Н}$$

$$m = 420 \text{ г} = 0,42 \text{ кг}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$$

$$F_1 = ?$$

$$F + F_1 = F_M + F_G$$

$$F + F_1 = \rho V g + m g$$

$$F_1 = \rho V g + m g - F;$$

$$F_1 = 1030 \cdot 0.003 \cdot 9.8 + 0,42 \cdot 9,8 - 25 \approx 9,4 \text{ Н}$$

Відповідь: пакет слід підтримувати з силою 9,4 Н.

11.5 Дано:

$$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$\rho = 8800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$d = 2 \text{ мм} = 0,002 \text{ м}$$

$$l = 10 \text{ см} = 0.1 \text{ м}$$

$$P = ?$$

Вага дроту $P = m g = \rho V g$; $V = S l_2$, де l_2 – довжина дроту. $S = \pi \frac{d^2}{4}$; $l_2 = l_1 n$, l_1 – довжина одного витка; n – кількість витків. $l_1 = 2\pi r$ і $n = \frac{l}{d}$.

$$P = \frac{\rho \pi^2 d r l g}{2} = \frac{8800 \cdot 3.14^2 \cdot 0.002 \cdot 0.05 \cdot 0.1 \cdot 9.8}{2} = 4.25 \text{ Н}$$

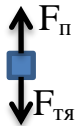
Відповідь: вага дроту 4,25 Н.

12.5 Дано:

$$m = 0.5 \text{ кг}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$R = ?$$



На сокола діє сила земного тяжіння напрямлена вниз, та сила висхідного повітря напрямлена вгору. Ці сили протилежні за напрямком, але однакові по модулю. Їх рівнодійна дорівнює нулю. $F_{\text{п}} = F_{\text{тя}}$, $F_{\text{п}} + F_{\text{тя}} = 0$, $F_{\text{тя}} = m g = 4.9 \text{ Н}$

Відповідь: рівнодійна дорівнює 0.

13.5 Дано:

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

$$\rho_{\text{ст}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$h = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$P_A = ? \quad \frac{P_{\text{ст}}}{P_A} = ?$$

Обчислимо об'єм косинця:

$$V = 0.2 \cdot 0.01 \cdot 0.005 + 0.06 \cdot 0.01 \cdot 0.005 = 0,000013 \text{ м}^3$$

$$\text{Його вага } P_A = \rho V g = 2700 \cdot 0.000013 \cdot 9.8 = 0,344 \text{ Н}$$

$$n = \frac{P_{\text{ст}}}{P_A} = \frac{\rho_{\text{ст}} V g}{\rho_a V g} = \frac{7800}{2700} = 2.89$$

Відповідь: вага була б більша в 2,98 рази, $P_A = 0.344 \text{ Н}$

14.5 Дано:

$$F_{\text{тя}} = F_{\text{тр}} = 4,3 \text{ Н}$$

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

$$V = ?$$

За умовою задачі $F_{\text{тр}} = 0.3 P$.

$P = \rho V g$. Підставивши другу формулу у першу, знаходимо об'єм тіла

$$V = \frac{F_{\text{тр}}}{0.3 \rho g} = \frac{4.3 \text{ Н}}{0.3 \cdot 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} = 0,0001643 \text{ м}^3 = 164,3 \text{ см}^3$$

Відповідь: об'єм бруска 164,3 см³.

15.5 Дано:

$$m = 2.8 \cdot 10^6 \text{ кг}$$

$$F_{\text{Тя}} = 84000 \text{ Н}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$n = ?$$

Виходячи з того, що електропоїзд рухався рівномірно і горизонтально, сила тяги двигуна дорівнює силі тертя.

$$F_{\text{Тя}} = F_{\text{Тр}}; \quad P = mg; \quad n = \frac{F_{\text{Тр}}}{mg} = \frac{84000 \text{ Н}}{2800000 \text{ кг} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} \approx 0,003$$

Відповідь: $F_{\text{Тр}} = 0,003P$.

16.5 Дано:

$$P = 40000 \text{ Н}$$

$$n = 525$$

$$\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$$

$$V = ?$$

$$Pn = \rho V g$$

$$V = \frac{Pn}{\rho g} = \frac{40000 \text{ Н} \cdot 525}{1400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} = 1530,6 \text{ м}^3$$

Відповідь: $V = 1530,6 \text{ м}^3$

17.5 Дано:

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$F = 100 \text{ Н}$$

$$V = 400 \text{ см}^3$$

$$\rho = 8500 \text{ кг/м}^3$$

$$n = ?$$

Сила тяжіння, що діє на брусок, дорівнює силі пружності.

$$F_{\text{Пр}} = F_{\text{Тя}} = \rho V g$$

$$n = \frac{F}{\rho V g} = \frac{100 \text{ Н}}{8500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.0004 \text{ м}^3 \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 3$$

Відповідь: сила пружності менша у 3 рази.

18.5 Дано:

$$m_1 = 0.1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0.2 \text{ кг}$$

$$l_1 = l_2 = 0.15 \text{ м}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$h = ?$$

Відстань від стелі до нижньої кульки це сума довжин обох пружин та їх видовження.

$$h = l_1 + l_2 + x_1 + x_2$$

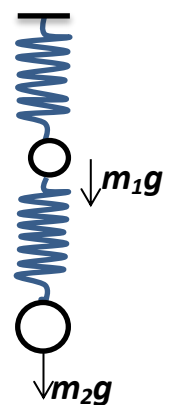
Сила пружності дорівнює силі тяжіння, яка діє на кульки $F_{\text{Пр}} = F_{\text{Тя}} = mg$

$$\text{Видовження нижньої пружини } x_2 = \frac{m_2 g}{k}$$

$$\text{Видовження верхньої пружини } x_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{k}$$

$$h = l_1 + l_2 + \frac{m_1 + m_2}{k} g + \frac{m_2 g}{k}$$

$$h = 0.3 \text{ м} + \frac{0,3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{100 \text{ Н/м}} + \frac{0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг}}{100 \text{ Н/м}} = 0,35 \text{ м}$$



Відповідь: відстань від стелі до нижньої кульки 35 см.

19.5 Дано:

$$l_1 = 15 \text{ см}$$

$$F_1 = 45 \text{ Н}$$

$$F_2 = 72 \text{ Н}$$

$$l_2 = 18 \text{ см}$$

$$k = ?$$

Щоб знайти жорсткість пружини потрібно силу пружності поділити на видовження $k = \frac{F}{x}$. Видовження пружини під дією сили F_1 виразимо як різницю $(l_1 - l)$, де l – довжина не деформованої пружини.

$$F_1 = k(l_1 - l), \quad F_2 = k(l_2 - l)$$

$$l = l_1 - \frac{F_1}{k} \quad l = l_2 - \frac{F_2}{k}$$

$$l_1 - \frac{F_1}{k} = l_2 - \frac{F_2}{k} \Rightarrow kl_1 - F_1 = kl_2 - F_2 \Rightarrow kl_1 - kl_2 = F_1 - F_2$$

$$k = \frac{F_1 - F_2}{l_1 - l_2} = \frac{45 \text{ Н} - 72 \text{ Н}}{15 \text{ см} - 18 \text{ см}} = 9 \text{ Н/см} = 900 \text{ Н/м.}$$

Відповідь: жорсткість пружини 900 Н/м.

20.5 Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г}$$

$$m_2 = 300 \text{ г}$$

$$L_2 = 12 \text{ см}$$

$$L_1 = 14 \text{ см}$$

$$k = ?$$

За законом Гука

$$F_1 = k(L - L_1)$$

$$F_2 = k(L - L_2), \text{ де } L - \text{ дов-}$$

жина недеформованої пружини. $F_1 = m_1g$, $F_2 = m_2g$.

Розв'яжемо дані рівняння.

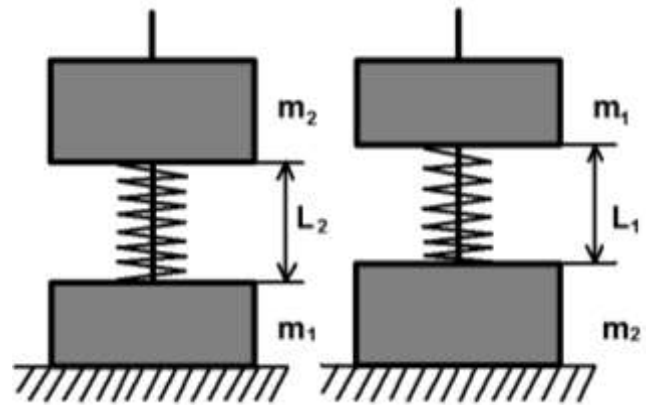
$$m_1g = k(L - L_1) \Rightarrow L = \frac{m_1g}{k} + L_1,$$

$$m_2g = k(L - L_2) \Rightarrow L = \frac{m_2g}{k} + L_2.$$

$$\frac{m_1g}{k} + L_1 = \frac{m_2g}{k} + L_2$$

$$k = \frac{g(m_1 - m_2)}{L_2 - L_1} = \frac{10 \text{ Н/кг} \cdot (0.2 \text{ кг} - 0.3 \text{ кг})}{0,12 \text{ м} - 0,14 \text{ м}} = 50 \text{ Н/м.}$$

Відповідь: $k = 50 \text{ Н/кг}$.



VI. ТИСК РІДИН ТА ГАЗІВ

1.6 Дано:

$$p = 50 \text{ Н/см}^2$$

$$h = 1.5 \text{ м}$$

$$S = 0.5 \text{ см}^2$$

$$F = ?$$

Силу тиску обчислимо за формулою $F = p_1S$, тиск води на кран $p_1 = \rho gh_1$. Висоту стовпа води над краном $h_1 = h_2 - h$.

$$h_2 = \frac{p}{\rho g}$$

$$F = S\rho g \left(\frac{p}{\rho g} - h \right) = 0.00005 \cdot 1000 \cdot 9.8 \left(\frac{500000}{1000 \cdot 9.8} - 1.5 \right) = 24.265 \text{ Н}$$

Відповідь: вода тисне на кран з силою 24,265 Н.

2.6 Дано:

$$h_1 = 0.25 \text{ м}$$

$$h_2 = 0.005 \text{ м}$$

$$F_1 = 200 \text{ Н}$$

$$F_2 = ?$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$F_2 = \frac{F_1 h_1}{h_2} = \frac{200 \cdot 0.25}{0.005} = 10000 \text{ Н} = 10 \text{ кН}$$

Відповідь: на великий поршень передається сила 10 кН.

3.6 Дано:

$$V = 0.1 \text{ м}^3$$

$$\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$F = ?$$

$$F = \rho g V = 1000 \cdot 9.8 \cdot 0.1 = 980 \text{ Н}$$

Відповідь: 980 Н.

4.6 Дано:

$$p = 6.16 \text{ кПа}$$

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

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

$$\rho_{\text{Р}} = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$H = ?$$

За умовою задачі $V_{\Gamma} = V_{\text{В}} = V_{\text{Р}}$, тому площа та висота рідин однакова.

$$H = 3h$$

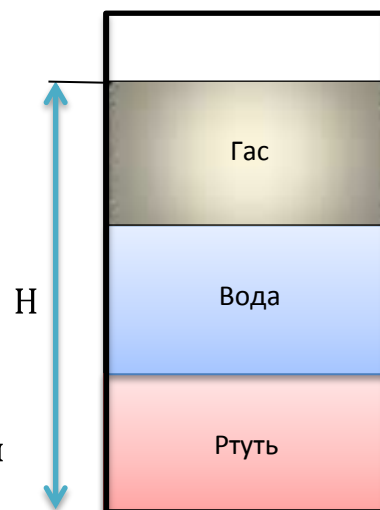
$$p = \frac{P_{\Gamma} + P_{\text{В}} + P_{\text{Р}}}{S} = \frac{\rho_{\Gamma} Shg + \rho_{\text{В}} Shg + \rho_{\text{Р}} Shg}{S} =$$

$$= \frac{Shg(\rho_{\Gamma} + \rho_{\text{В}} + \rho_{\text{Р}})}{S};$$

$$h = \frac{p}{g(\rho_{\Gamma} + \rho_{\text{В}} + \rho_{\text{Р}})} = \frac{6160}{9.8(800 + 1000 + 13600)} = 0.04 \text{ м}$$

$$H = 3 \cdot 0.04 = 0.12 \text{ м} = 12 \text{ см.}$$

Відповідь: висота рідин в посудині 12 см.



5.6 Дано:

$$S = 6 \text{ м}^2$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$F = 176 \text{ кН}$$

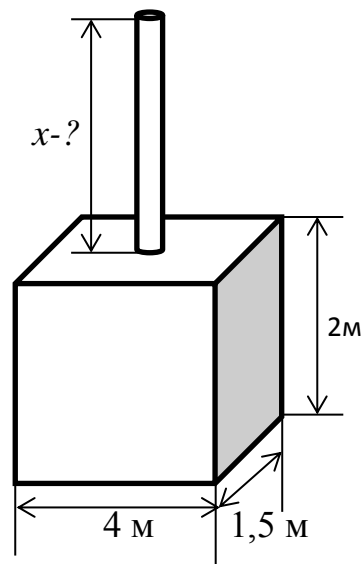
$$x = ?$$

Тиск води визначаємо через силу тиску і площу. Знаючи тиск, обчислюємо висоту трубки.

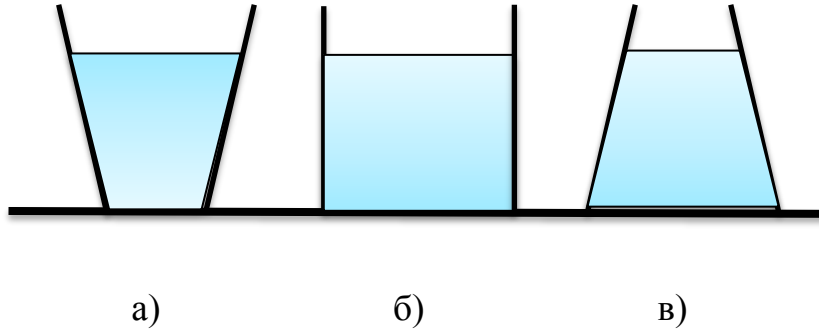
$$\frac{F}{S} = \rho g(h + x)$$

$$x = \frac{F}{S\rho g} - h = \frac{176000}{6 \cdot 1000 \cdot 9.8} - 2 \approx 1 \text{ м}$$

Відповідь: довжина трубки 1 м.



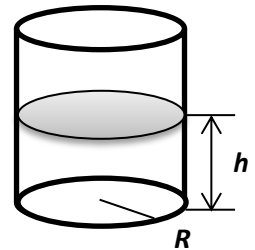
6.6 У якій із посудин сила тиску на дно більша, ніж вага рідини? Обґрунтуйте.



Відповідь: тиск рідини в усіх посудинах однаковий, тому що висота рідин рівна $p_1 = p_2 = p_3 = \rho gh$. Звідси маємо $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_3}{S_3}$, але $S_1 < S_2 = S_3$, а $P_1 = P_3 < P_2$. Щоб відношення сили тиску на площу були рівні, необхідно щоб $F_1 < P_1$, $F_2 = P_2$, $F_3 > P_3$. Сила тиску більша на дно посудини, ніж вага рідини у посудині в).

7.6 Дано:

$$\begin{array}{l} S = \pi R^2 \\ L = 2\pi R \\ \hline h = ? \end{array}$$



За умовою задачі сила тиску на дно та бічну стінку рівна $F_d = F_b$. Площа дна $S_d = \pi R^2$, а бічної поверхні $S_b = 2\pi Rh$.

Тиск води на бічну поверхню є середнім арифметичним його мінімального та максимального значення і дорівнює $p/2$.

$$\begin{aligned} p &= \frac{F_d}{S_d}; \quad \frac{p}{2} = \frac{F_b}{S_b}; \\ F_d &= pS_d; \quad F_b = \frac{p}{2}S_b \\ \rho gh\pi R^2 &= \frac{\rho gh}{2} 2\pi Rh; \\ R &= h \end{aligned}$$

Відповідь: щоб сили тиску на дно та стінки посудини були рівні, висота води в посудині має дорівнювати радіусу.

8.6 Дано:

$$\begin{array}{l} a = 10 \text{ м} \\ h = 5 \text{ м} \\ \hline F_c = ? \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Тиск води на греблю знаходимо як середнє арифметичне мінімально-} \\ \text{го і максимального значення } 0,5p. \\ F_c = 0.5pS = 0.5\rho g h a h = 0.5 \cdot 1000 \cdot 9.8 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 5 = 1.25 \text{ МН} \end{array}$$

Відповідь: $F_c = 1.25$ МН

9.6 Дано:

$$a = 2 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$F_d = ? \quad F_{\text{б}} = ?$$

Знаходимо тиск води на дно куба $p = \rho gh$ і знаючи площу дна, силу

$$\text{тиску: } F_d = pS = \rho g h a^2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 8 \text{ м}^3 = 78,4 \text{ кН.}$$

Тиск води на бічну поверхню є середнім арифметичним його мінімального та максимального значення і дорівнює $p/2$.

$$F_{\text{б}} = \frac{p}{2} a^2 = \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ м}}{2} \cdot 4 \text{ м}^2 = 39,2 \text{ кН}$$

Відповідь: $F_d = 78,4$ кН; $F_{\text{б}} = 39,2$ кН.

10.6 Дано:

$$h_o = 48 \text{ см}$$

$$h_p = 2 \text{ см}$$

$$\rho_o = 920 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_p = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_r = 800 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$h_r = ?$$

Тиск стовпчика олії висотою 48 см зрівноважений тиском ртуті висотою 2 см, та гасу висотою h_r .

$$p_o = p_p + p_r$$

$$\rho_o g h_o = \rho_p g h_p + \rho_r g h_r$$

$$h_r = \frac{\rho_o g h_o - \rho_p g h_p}{\rho_r g} = \frac{920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,48 \text{ м} - 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ м}}{9,8 \text{ Н/кг} \cdot 800 \text{ кг/м}^3} = 0,212 \text{ м}$$

Відповідь: $h_r = 21,2$ см

11.6 Дано:

$$\rho_B = 1000 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_r = 800 \text{ кг м}^3$$

$$h = 0,18 \text{ м}$$

$$m_B = m_r$$

$$p = ?$$

Тиск на дно посудини є сумою тиску води і гасу

$$p = p_B + p_r = \rho_B g h_B + \rho_r g h_r. \text{ Висота рідин } h = h_B + h_r.$$

Виразимо висоту води, через висоту гасу $h_B = h - h_r$. Маса рідин однакові, тому $\rho_B S h_B = \rho_r S h_r$ (посудина циліндрична, тому площі рівні). Обчислимо висоту стовпа гасу:

$$\rho_B S (h - h_r) = \rho_r S h_r$$

$$\rho_B S h - \rho_B S h_r = \rho_r S h_r$$

$$h_r \rho_B + \rho_r = \rho_B h$$

$$h_r = \frac{\rho_B h}{\rho_B + \rho_r} = \frac{1000 \text{ кг м}^3 \cdot 0,18 \text{ м}}{1000 \text{ кг м}^3 + 800 \text{ кг м}^3} = 0,1 \text{ м}$$

Отже, висота стовпа гасу 10 см, а води 8 см. Знаходимо тиск рідин.

$$p = \rho_B g h_B + \rho_r g h_r$$

$$p = 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 0,08 \text{ м} + 800 \text{ кг м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 0,1 \text{ м} = 784 \text{ Па} + 784 \text{ Па} = 1568 \text{ Па}$$

Відповідь: тиск на дно посудини 1568 Па.

VII. АРХІМЕДОВА СИЛА

1.7 Дано:

$$V = 2000 \text{ м}^3$$

$$P_o = 8,2 \text{ кН}$$

$$\rho_B = 0,09 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\Pi} = ?$$

Піднімальну силу знаходимо як різницю між вагою повітря в оболонці аеростата та вагою водню того ж об'єму разом з вагою оболонки.

$$F_{\Pi} = P_{\text{пов.}} - (P_B + P_o)$$

$$F_{\Pi} = \rho_{\text{пов.}} gV - (\rho_B gV + P_o)$$

$$F_{\Pi} = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2000 \text{ м}^3 - 0,09 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2000 \text{ м}^3 + 8200 \text{ Н} = 15320 \text{ Н}$$

Відповідь: піднімальна сила аеростата 15320 Н.

2.7 Дано:

$$P_B = \frac{1}{5} P_{\Pi}$$

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

$$\rho = ?$$

$$F_A = P_{\Pi} - \frac{1}{5} P_{\Pi}$$

$$\rho_B gV = \rho_T gV - \frac{1}{5} \rho_T gV = \frac{4}{5} \rho_T gV$$

$$\rho_B = \frac{4}{5} \rho_T$$

$$\rho_T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{5}{4} = 1250 \text{ кг/м}^3$$

Відповідь: густина тіла 1250 кг/м³

3.7 Дано:

$$m = 7 \text{ кг}$$

$$P = 380 \text{ Н}$$

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

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$V = ?$$

За умовою задачі Архімедова сила дорівнює вазі човна з рибалкою.

$$F_A = P_{\text{ч}} + P$$

$$\rho_B gV = mg + P$$

$$V = \frac{mg+P}{\rho_B g} = \frac{7 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} + 380 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,0458 \text{ м}^3.$$

Відповідь: $V = 0,0458 \text{ м}^3$

4.7 Дано:

$$V = 1188 \text{ м}^3$$

$$\rho_B = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

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

$$V_1 = ?$$

Архімедова сила дорівнює вазі крижини. Об'єм крижини над водою позначимо V_1 , а під водою $V - V_1$.

$$F_A = P_K$$

$$\rho_B g(V - V_1) = \rho_L gV$$

$$\rho_B V - \rho_B V_1 = \rho_L V$$

$$V_1 = \frac{\rho_B V - \rho_L V}{\rho_B} = \frac{1188 \text{ м}^3 \cdot (1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})}{1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 150 \text{ м}^3$$

Відповідь: над водою 150 м³ крижини.

5.7 Дано:

$$P_{\Pi} = 3 \text{ Н}$$

$$P_{\text{В}} = 2,75 \text{ Н}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$\rho_3 = 19320 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_c = 10500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$m_3 = ?$$

Масу золота обчислимо, знаючи густину та його об'єм.

$$m_3 = \rho_3 V_3$$

З різниці ваги в повітрі та у воді отримаємо силу Архімеда:

$$F_A = P_{\Pi} - P_{\text{В}}$$

$$\rho_{\text{В}} g V = 0,25 \text{ Н}$$

$$V = \frac{0,25 \text{ Н}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \text{ Н/кг}} = 0,0000255 \text{ м}^3$$

З формули ваги маємо об'єм золота: $P_{\Pi} = mg = (m_3 + m_c)g$

$$P_{\Pi} = (\rho_3 V_3 + \rho_c (V - V_3))g$$

$$P_{\Pi} = \rho_3 V_3 g + \rho_c V g - \rho_c V_3 g$$

$$V_3 = \frac{P_{\Pi} - \rho_c V g}{g(\rho_3 - \rho_c)} = \frac{3 \text{ Н} - 10500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,0000255 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг}}{9,8 \text{ Н/кг} \cdot (19320 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 10500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})} = 0,0000043 \text{ м}^3$$

$$m_3 = 19320 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,0000043 \text{ м}^3 = 0,083 \text{ кг.}$$

Відповідь: маса золота 83 г.

6.7 Дано:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$V = 50 \cdot 12 \text{ см}^3$$

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

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$F = ?$$

Обчислимо густину тіла, щоб визначити тоне тіло чи спливає.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,5 \text{ кг}}{0,0006 \text{ м}^3} = 833 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad \rho < \rho_{\text{В}} - \text{тіло плаває на поверхні.}$$

Отже, F_A направлена вгору, а вага тіла і шукана сила – вниз.

$$F_A = P_{\Pi} + F \Rightarrow F = F_A - P_{\Pi} = \rho_{\text{В}} g V - mg$$

$$F = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,0006 \text{ м}^3 - 0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 0,98 \text{ Н}$$

Відповідь: $F=0,98 \text{ Н}$

7.7 Дано:

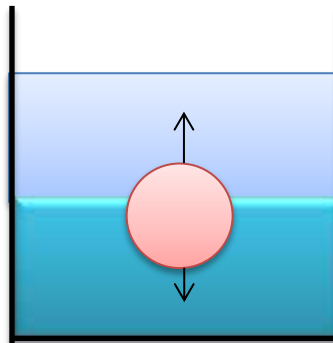
$$\rho_1 = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2$$

$$\rho = ?$$



На кулю діє Архімедова сила нижньої і верхньої рідин, які направлені доверху. Вони зрівноважені силою земного тяжіння, яка діє на кулю. Складаємо рівняння

$$\text{рівноваги } F_1 + F_2 = P_k$$

$$\rho_1 g V_1 + \rho_2 g V_2 = \rho g V$$

Об'єм кулі, що знаходиться в нижній рідині, дорівнює $\frac{2}{3}V$, а у верхній - $\frac{1}{3}V$.

$$\frac{2}{3} \rho_1 g V + \frac{1}{3} \rho_2 g V = \rho g V$$

$$\rho = \frac{2}{3}\rho_1 + \frac{1}{3}\rho_2 = \frac{2}{3} \cdot 3000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + \frac{1}{3} \cdot 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2667 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Відповідь: густина кулі $2667 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

8.7 Дано:

$$V = 200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$$

$$\rho = 7,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

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

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$V_1 = ?$$

Куля плаває на поверхні, тому вага кулі дорівнює силі Архімеда. Знаючи, що куля занурена наполовину, можна обчислити цю силу: $F_A = \frac{1}{2}\rho_B g V = 0,5 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,0002 \text{ м}^3 = 0,98 \text{ Н}$

Через вагу знайдем масу кулі $m = \frac{P}{g} = \frac{0,98 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 0,1 \text{ кг}$.

Знаючи масу обчислимо об'єм порожнини:

$$m = \rho V - V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{\rho V - m}{\rho} = \frac{7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,0002 \text{ м}^3 - 0,1 \text{ кг}}{7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 186 \text{ см}^3$$

Відповідь: маса порожнини 186 см^3 .

9.7 Дано:

$$a = 1 \text{ м}$$

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

$$V_K = 10 \text{ дм}^3$$

$$h = 25 \text{ см}$$

$$h_1 = 2 \text{ см}$$

$$\rho_1 = ? \quad \rho_2 = ?$$

Площа нижньої грані 1 м^2 . Тоді об'єм зануреної частини

$$V_1 = Sh = 0,25 \text{ м}^3$$

Після того, як на куб поклали камінь, занурення куба збільшилось на

$$V_2 = Sh_1 = 0,02 \text{ м}^3$$

Архімедова сила дорівнює вазі тіла, якщо воно плаває на поверхні,

тому $F_{A1} = \rho_B g V_1 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,25 \text{ м}^3 = 2450 \text{ Н}$

$$F_{A2} = \rho_B g V_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,02 \text{ м}^3 = 196 \text{ Н}$$

Знаючи вагу куба і каменю, можемо обчислити їх густину.

$$m_1 = \frac{F_{A1}}{g} = \frac{2450 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 250 \text{ кг}; \quad \rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{250 \text{ кг}}{1 \text{ м}^3} = 250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m_2 = \frac{F_{A2}}{g} = \frac{196 \text{ Н}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 20 \text{ кг}; \quad \rho_2 = \frac{m_2}{V_K} = \frac{20 \text{ кг}}{0,01 \text{ м}^3} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Відповідь: $\rho_1 = 250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; $\rho_2 = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

10.7 Дано:

$$h = 40 \text{ см}$$

$$m = 75 \text{ кг}$$

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

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

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$S = ?$$

Виштовхувальна сила, яка діятиме на повністю занурену крижину, буде дорівнювати вазі крижини з людиною $F_A = \rho_B g V = \rho_B g Sh = P$

Маємо: $\rho_B g Sh = m_K + m g$

$$\rho_B g Sh = \rho_L Shg + mg, \text{ звідси}$$

$$S = \frac{m}{h(\rho_B - \rho_L)} = \frac{75 \text{ кг}}{0,4 \text{ м} \cdot (1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})} = 1,875 \text{ м}^2$$

Відповідь: мінімальна площа крижини $1,875 \text{ м}^2$.

11.7 Дано:

$$P = 828 \text{ МН}$$

$$\rho_B = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$V = ?$$

Водотонажність танкера дорівнює виштовхувальній силі $P = F_A$.

$$F_A = \rho_B g V$$

$$V = \frac{P}{\rho_B g} = \frac{828000000 \text{ Н}}{1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} = 82029 \text{ м}^3$$

Відповідь: $V = 82\ 029 \text{ м}^3$.

12.7 Дано:

$$l = 5 \text{ м}$$

$$S = 300 \text{ см}^2 = 0.03 \text{ м}^2$$

$$m = 2500 \text{ кг}$$

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

$$\rho_D = 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$n = ?$$

Максимальна виштовхувальна сила дорівнює вазі колод разом з машиною $F_A = P_K + P_M$, об'єм усіх колод – $V = Sln$

$$\rho_B g Sln = \rho_K g Sln + mg$$

$$n = \frac{m}{Sl(\rho_B - \rho_K)} = \frac{2500 \text{ кг}}{0.03 \text{ м}^2 \cdot 5 \text{ м} (1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})} = 42 \text{ колоди}$$

Відповідь: для перевезення автомобіля необхідно 42 колоди.

13.7 Дано:

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

$$\rho_C = 7,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_{\Pi} = 8.4 \text{ Н}$$

$$P_B = 7.4 \text{ Н}$$

$$g = 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

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

$$m_M = ?$$

Знаючи вагу тіла в повітрі та воді, знайдемо Архімедову силу, а через неї – об'єм шматка латуні. $F_A = P_{\Pi} - P_B = 1 \text{ Н}$

$$F_A = \rho_B g V \Rightarrow V = \frac{F_A}{\rho_B g} = \frac{1 \text{ Н}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} = 0.000102 \text{ м}^3$$

З формули ваги тіла в повітрі знаходимо об'єм міді

$$P_{\Pi} = m_M + m_C g = \rho_M V_M g + \rho_C (V - V_M) g$$

$$V_M = \frac{P_{\Pi} - \rho_C V g}{g(\rho_M - \rho_C)} = \frac{8.4 \text{ Н} - 7200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.000102 \text{ м}^3 \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot (8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 7,2 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3})} = 0,0000722 \text{ м}^3$$

$$m_M = \rho_M V_M = 0,0000722 \text{ м}^3 \cdot 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 0.643 \text{ кг}$$

Відповідь: у сплаві міститься 643 грами міді.

14.7 Дано:

$$g = 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\rho_p = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

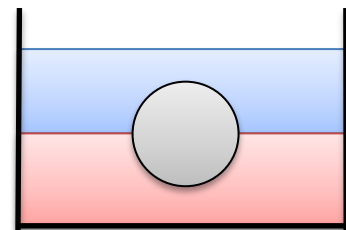
$$\rho_k = ?$$

На кулю діє виштовхувальна сила олії та ртуті, які зрівноважує вага кулі $F_{Ap} + F_{Ao} = P_k$

$$0,5\rho_p g V + 0,5\rho_o g V = \rho_k g V$$

$$\rho_k = 0,5\rho_p + 0,5\rho_o = 0,5 \cdot 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 0,5 \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 7250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Відповідь: густина кулі $7250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



15.7 Дано:

$$P_B = 2415 \text{ Н}$$

$$\rho_{\Gamma} = 0.6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{пов}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$V = ?$$

Піднімальна сила повітря дорівнює вазі аеростата з його вантажем і вагою газу, яким наповнюють оболонку.

$$F_{\text{пов.}} = P_B + P_{\Gamma}$$
$$\rho_{\text{пов}} g V = P_B + \rho_{\Gamma} g V$$

$$V = \frac{P_B}{\rho_{\text{пов}} g - \rho_{\Gamma} g} = \frac{2415 \text{ Н}}{(1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 0,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}) \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 357 \text{ м}^3$$

Відповідь: об'єм газу 357 м^3

16.7 Дано:

$$h = 60 \text{ см}$$

$$S = 5400 \text{ м}^2$$

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

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$m_M = ?$$

$$P = F_A$$

$$mg = \rho_B S h g$$

$$m = \rho_B S h g = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5400 \text{ м}^2 \cdot 0,6 \text{ м} = 3240000 \text{ кг}$$

Відповідь: $m = 3240 \text{ т}$.

17.7 Дано:

$$P_B = 0,32 \text{ Н}$$

$$P_{\text{МК}} = 0,29 \text{ Н}$$

$$P = 0,52 \text{ Н}$$

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

$$\rho_{\text{МК}} = ?$$

Виштовхувальна сила у воді дорівнює $F_A = P_{\Pi} - P_B = 0,2 \text{ Н}$, а виштовхувальна сила в мідному купоросі - $F_{\text{МК}} = P_{\Pi} - P_{\text{МК}} = 0,23 \text{ Н}$. Об'єм тіла в обох випадках однаковий.

$$F_A = \rho_B g V, \quad F_{\text{МК}} = \rho_{\text{МК}} g V$$

$$V = \frac{F_A}{\rho_B g} \quad \text{і} \quad V = \frac{F_{\text{МК}}}{\rho_{\text{МК}} g}$$

$$\frac{F_A}{\rho_B} = \frac{F_{\text{МК}}}{\rho_{\text{МК}}}$$

$$\rho_{\text{МК}} = \frac{F_{\text{МК}} \cdot \rho_B}{F_A} = \frac{0,23 \text{ Н} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{0,2 \text{ Н}} = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Відповідь: $\rho_{\text{МК}} = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

18.7 Дано:

$$\rho_B = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$m = 3,9 \text{ т}$$

$$l = 5 \text{ м}$$

$$r = ?$$

Архімедова сила дорівнює вазі труби $F_A = P$

$$\rho_B g V = mg$$

$$\rho_B g \pi r^2 l = mg$$

$$r^2 = \frac{m}{\rho_B \pi l} = \frac{3900 \text{ кг}}{1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot 5 \text{ м}} = 0,241 \text{ м}^2$$

$$r = 0,49 \text{ м}$$

Відповідь: $r = 0,49 \text{ м}$

19.7 Дано:

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$V = 600 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{пов}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$F = ?$$

Піднімальну силу знаходимо як різницю між вагою повітря в об'ємі аеростата та його вагою

$$F = P_{\text{пов}} - mg = \rho_{\text{пов}} gV - mg$$

$$F = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 600 \text{ м}^3 - 500 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 2685,2 \text{ Н}$$

Відповідь: піднімальна сила аеростата 2,685 кН

20.7 Дано:

$$\rho = 0,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

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

$$l = 8 \text{ м}$$

$$S = 400 \text{ см}^2$$

$$F = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Н}$$

$$n = ?$$

Архімедова сила дорівнює піднімальній силі плоту та його вазі.

$$F_A = F + P$$

$$\rho_{\text{в}} gV = F + \rho gV, \quad V = Sln$$

$$\rho_{\text{в}} gSln = F + \rho gSln$$

$$n = \frac{F}{\rho_{\text{в}} gS - \rho gS} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \text{ Н}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 8 \text{ м} \cdot 0,04 \text{ м}^2} = 77 \text{ колод}$$

Відповідь: 77 колод.

21.7 Дано:

$$r = 0,1 \text{ м}$$

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

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

$$m_{\text{св}} = ?$$

Виштовхувальна сила дорівнює вазі кулі та вазі підвішеного свинцю.

$$F_A = P_{\text{к}} + P_{\text{св}} \quad V_{\text{к}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\frac{1}{2} \rho_{\text{в}} gV = mg + m_{\text{св}} g$$

$$m_{\text{св}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{в}} \frac{4}{3} \pi r^3 - m$$

$$m_{\text{св}} = \frac{2}{3} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot 0,001 \text{ м}^3 - 0,5 \text{ кг} = 1,59 \text{ кг}$$

Відповідь: 1,59 кг свинцю.

22.7 Дано:

$$P = 8200 \text{ Н}$$

$$V = 2000 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 0,09 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{пов}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$$

$$F = ?$$

На аеростат діє сила тяжіння оболонки, сила тяжіння водню, яким наповнений аеростат, та архімедова сила, що протидіє

цим двом силам: $F_A = P + \rho_{\text{в}} gV$ або $\rho_{\text{пов}} gV = P + \rho_{\text{в}} gV$.

Піднімальна сила $F = F_A - P - \rho_{\text{в}} gV = gV (\rho_{\text{пов}} - \rho_{\text{в}}) - P$

$$F = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 2000 \text{ м}^3 \cdot (1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 0,09 \text{ кг/м}^3) - 8200 \text{ Н} = 15 \text{ кН}$$

Відповідь: піднімальна сила аеростата 15 кН.

23.7 Дано:

$$l = 0.2 \text{ м}$$

$$d = 0.005 \text{ м}$$

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

$$\rho_3 = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F = ?$$

Порівняємо вагу кубика й архімедову силу. Архімедова сила: $F_A = \rho_B g V = \rho_B g l^3$. Вагу кубика знайдемо через його масу $P = mg$, а масу знайдемо через об'єм і густину заліза: $m = \rho V$.

Об'єм заліза – це об'єм 6 граней: $V = 6 \cdot l \cdot l \cdot d$.

Отже, вага кубика дорівнює $P = 6\rho_3 l^2 dg$. Тоді загальна формула має вигляд: $P - F_A = 6\rho_3 l^2 dg - \rho_B g l^3 = l^2 g \cdot 6\rho_3 d - \rho_B l$.

$$F = 0.04 \text{ м}^2 \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 6 \cdot 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.005 \text{ м} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.2 \text{ м} = 13,328 \text{ Н}$$

Відповідь: вага кубика більша за архімедову силу на 13,328 Н, тому кубик потоне.

24.7 Дано:

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

$$g = 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\rho_{\text{ц}} = 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{м}} = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$P_{\text{п}} = 16 \text{ Н}$$

$$P_B = 14,8 \text{ Н}$$

$$m_{\text{м}} = ?$$

$$m_{\text{ц}} = ?$$

За різницею ваги латуні в повітрі та воді знайдемо архімедову силу:

$F_A = P_{\text{п}} - P_B = 2 \text{ Н}$. Знаючи Архімедову силу, обчислимо об'єм

зразка $V = \frac{F_A}{\rho_B g} = \frac{2 \text{ Н}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0.000204 \text{ м}^3$. Маючи загальний

об'єм і вагу в повітрі, знаходимо об'єм міді в сплаві:

$$P_{\text{п}} = m_{\text{м}} + m_{\text{ц}} g = (\rho_{\text{м}} V_{\text{м}} + \rho_{\text{ц}} (V - V_{\text{м}})) g = \rho_{\text{м}} V_{\text{м}} g + \rho_{\text{ц}} V g - \rho_{\text{ц}} V_{\text{м}} g.$$

$$V_{\text{м}} = \frac{P_{\text{п}} - \rho_{\text{ц}} V g}{(\rho_{\text{м}} - \rho_{\text{ц}}) g} = \frac{16 \text{ Н} - 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.000204 \text{ м}^3 \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{(8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}) \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,000102 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{м}} = \rho_{\text{м}} V_{\text{м}} = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,000102 \text{ м}^3 = 0,9078 \text{ кг}$$

Загальна маса шматка сплаву $m = \frac{P}{g} = \frac{16 \text{ Н}}{9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 1.633 \text{ кг}$, тоді маса цинку

$$m_{\text{ц}} = m - m_{\text{м}} = 1.633 \text{ кг} - 0,9078 \text{ кг} = 0,7252 \text{ кг}.$$

Відповідь: $m_{\text{м}} = 907,8 \text{ г}$, а $m_{\text{ц}} = 725,2 \text{ г}$

25.7 Дано:

$$m = 0.178 \text{ кг}$$

$$\rho_1 = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta m = ?$$

Поки тіло не занурене у воду, терези

перебувають у рівновазі. Якщо його

занурити у воду, то на нього діятиме

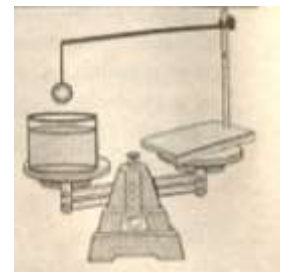
архімедова сила, що чисельно дорівнює вазі

води, витісненої цим тілом, яка буде напрямлена вертикально вгору. Отже, натяг нитки зменшиться.

Права шалька підніметься. Занурення ж тіла у воду призведе до збільшення ваги лівої шальки терезів на таку ж силу, як архімедова. Отож, щоб відновити рівновагу, на праву шальку терезів потрібно поставити масу, яка вдвічі більша за масу витісненої води.

$$m_2 = \rho_2 V = \frac{\rho_2 m}{\rho_1} = \frac{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0.178 \text{ кг}}{8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,02 \text{ кг}, \Delta m = 2m_2 = 40 \text{ г}$$

Відповідь: щоб відновити рівновагу необхідно 40 г.



26.7 Дано:

$$\rho_{\Gamma} = 800 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_a = 2700 \text{ кг м}^3$$

$$\frac{V_{\Pi}}{V} = ?$$

Запишемо вираз для знаходження Архімедової сили, якщо відомі вага тіла в повітрі та у воді: $F_A = P_{\Pi} - P_B$. З умови задачі $P_B = \frac{P_{\Pi}}{1,5}$

Вагу порожнистого алюмінієвого циліндра в повітрі опишемо формулою: $P_{\Pi} = \rho_a g V - V_{\Pi}$, де V - загальний об'єм циліндра; V_{Π} – об'єм порожнини.

Маємо рівняння: $\rho_{\Gamma} g V = \rho_a g V - V_{\Pi} - \frac{\rho_a g V - V_{\Pi}}{1,5}$

$$800V = 2700V - 2700V_{\Pi} - 1800V + 1800V_{\Pi}$$

$$-100V = -900V_{\Pi}$$

$$\frac{V_{\Pi}}{V} = \frac{100}{900} = \frac{1}{9}$$

$$V_{\Pi} = \frac{1}{9} V$$

Відповідь: порожнина займає 1/9 частини усього об'єму циліндра.

27.7 Дано:

$$\rho_c = 7800 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_p = 13600 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг м}^3$$

$$\frac{V_B}{V} = ?$$

Густина кулі більша за густину води, але менша за густину ртуті, тому частина кулі перебуває у ртуті, а частина у воді.

На кулю діє три сили: сила земного тяжіння, яка напрямлена донизу,

та Архімедові сили ртуті і води – напрямлені доверху.

$$F_{\text{ТЯ}} = F_{A.p} + F_{A.B}$$

$$\rho_c g V = \rho_p g V - V_B + \rho_B g V_B,$$

де V - об'єм кулі, V_B – об'єм кулі що знаходиться у воді, $(V - V_B)$ - об'єм кулі в ртуті.

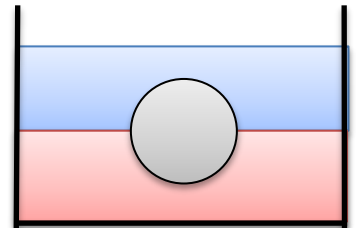
$$7800 \text{ кг м}^3 V = 13600 \text{ кг м}^3 V - V_B + 1000 \text{ кг м}^3 V_B$$

$$12600V_B = 5800V$$

$$\frac{V_B}{V} = \frac{5800}{12600} = \frac{29}{63}$$

$$V_B = \frac{29}{63} V = 0,46V$$

Відповідь: куля знаходиться на межі поділу ртуті і води, 0,46 об'єму кульки знаходиться у воді.



28.7 Дано:

$$P_{\Pi} = 3,5 \text{ Н}$$

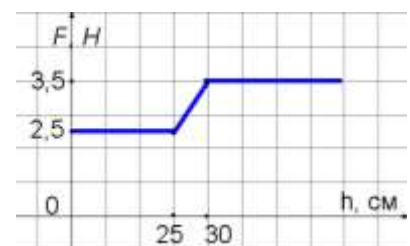
$$P_p = 2,5 \text{ Н}$$

$$g = 10 \text{ Н кг}$$

$$h = ?, a = ?,$$

$$\rho_k = ?, \rho_p = ?$$

Проаналізувавши графік залежності показів динамометра від відстані нижньої грані кубика до дна посудини робимо висновок, що висота стовпа рідини $h = 30$ см, а довжина ребра кубика $a = 5$ см.



Густину кубика знайдемо як відношення маси до об'єму $\rho_k = \frac{m}{a^3}$.

Масу визначимо з вагу тіла в повітрі $m = \frac{P_{\Pi}}{g}$.

$$\rho_k = \frac{P_{\Pi}}{a^3 g} = \frac{3.5 \text{ Н}}{0.000125 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 2800 \text{ кг/м}^3.$$

Маючи вагу тіла у повітрі та у воді, визначимо Архімедову силу $F_A = P_{\Pi} - P_B = 1 \text{ Н}$. Знаючи виштовхувальну силу, обчислимо густину рідини:

$$\rho_p = \frac{F_A}{a^3 g} = \frac{1 \text{ Н}}{0.000125 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ Н/кг}} = 800 \text{ кг/м}^3.$$

Відповідь: $h = 30 \text{ см}$, $a = 5 \text{ см}$, $\rho_k = 2800 \text{ кг/м}^3$, $\rho_p = 800 \text{ кг/м}^3$.

29.7 Дано:

$$\rho_1 < \rho_2$$

$$\rho_1 < \rho_3 < \rho_2$$

$$\frac{V_1}{V_T} = ?$$

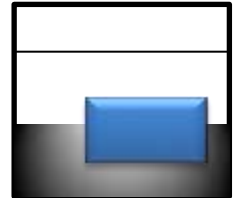
Зробимо схематичний малюнок.

Вага бруска дорівнює двом Архімедовим силам.

$P = F_1 + F_2$, де $P = \rho_3 V_T g$ – вага тіла;

$F_1 = \rho_1 V_1 g$ – архімедова сила, що діє на брусок у верхній рідині;

$F_2 = \rho_2 V_2 g$ – Архімедова сила, що діє на брусок у нижній рідині;



Запишемо об'єм тіла, як суму об'ємів тіла у цих рідинах $V_T = V_1 + V_2$.

Виразимо об'єм тіла у другій рідині, як різницю між загальним об'ємом та тим, що знаходиться у верхній рідині $V_2 = V_T - V_1$.

Запишемо усе в одну формулу: $\rho_3 V_T g = \rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g$

$$\rho_3 V_T g = \rho_1 V_1 g + \rho_2 (V_T - V_1) g, \text{ розв'яжемо рівняння.}$$

$$\rho_3 V_T g = \rho_1 V_1 g + \rho_2 V_T g - \rho_2 V_1 g$$

$V_T \rho_3 - \rho_2 = V_1 (\rho_1 - \rho_2)$ – отримали основну властивість пропорції. Звідси:

$$\frac{V_1}{V_T} = \frac{\rho_3 - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}$$

Відповідь: $\frac{V_1}{V_T} = \frac{\rho_3 - \rho_2}{\rho_1 - \rho_2}$.

30.7 Дано:

$$m_1 = 44 \text{ г}$$

$$m_2 = 53 \text{ г}$$

$$m = 10 \text{ г}$$

$$\rho_B = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho = ?$$

Вага води у пробірці дорівнює $P_1 = m_1 g$. Тіло, опущене у пробірку, витіснило частину води, що дорівнює її вазі в об'ємі даного тіла

$\rho_B V g$, але вага пробірки з тілом збільшилась на вагу тіла у воді

$P_B = P_{\Pi} - F_A = m g - \rho_B V g$. Запишемо дане рівняння:

$m_1 g - \rho_B V g + m g - \rho_B V g = m_2 g$. Поділимо кожен член рівняння на g і знайдемо об'єм тіла.

$$m_1 - 2\rho_B V + m = m_2$$

$$V = \frac{m_2 - m_1 - m}{-2\rho_B} = \frac{53 \text{ г} - 54 \text{ г}}{-2 \cdot 1 \text{ г/см}^3} = 0,5 \text{ см}^3.$$

Маючи об'єм і масу, знаходимо густину металу $\rho = \frac{m}{V} = \frac{10 \text{ г}}{0,5 \text{ см}^3} = 20 \text{ г/см}^3$.

Відповідь: $\rho = 20 \text{ г/см}^3$.

31.7 Дано:

$$m_1 = 30 \text{ т}$$

$$\rho_M = 1030 \text{ кг м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг м}^3$$

$$m = ?$$

Вага пароплава у річковій воді дорівнює виштовхувальній силі. Коли пароплав вийшов у море, виштовхувальна сила не змінилася, але густина морської води більша, тому об'єм занурення зменшився. Після довантаження Архімедова сила збільшилася, а

осадка знову стала як у річковій воді, тобто об'єм пароплава у річковій та морській воді однаковий. $F_{A.M} - F_{A.П} = P \Rightarrow \rho_M V g - \rho_{П} V g = m g$ - знайдемо об'єм пароплава, що занурений у воду: $V = \frac{m}{\rho_M - \rho_{П}} = \frac{30000 \text{ кг}}{30 \text{ кг м}^3} = 1000 \text{ м}^3$.

Маса пароплава, дорівнює масі річкової води, що поміститься в даному об'ємі:

$$m = \rho_B V = 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 1000 \text{ м}^3 = 1000 \text{ т}$$

Відповідь: маса пароплава 1000 т.

32.7 Дано:

$$\rho_1 = \frac{4}{5} \rho$$

$$\rho_2 = \frac{5}{4} \rho$$

$$\rho_c = ? \rho = ?$$

Знайдемо середню густину плота і порівняємо її з густиною води. Об'єм колод першого сорту $V_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{5m}{4\rho}$, другого сорту - $V_2 = \frac{m}{\rho_2} = \frac{4m}{5\rho}$, де m - маса колод кожного сорту, а ρ - густина води. Об'єм плота $V = V_1 + V_2 = \frac{41m}{20\rho}$. Середня густина плота $\rho_c = \frac{2m}{V} = \frac{2m \cdot 20\rho}{41m} = \frac{40}{41} \rho$, що менше за густину води, тому пліт буде плавати.

Відповідь: $\rho_c < \rho$, тому пліт буде плавати.

33.7 Дано:

$$\rho_6 = 500 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_ч = 7000 \text{ кг м}^3$$

$$\rho_B = 1000 \text{ кг м}^3$$

$$V_6 \quad V_ч = ?$$

Архімедова сила, яка виштовхує буй врівноважується вагою самого буя та чавунного вантажу $F_A = P_6 + P_ч$, причому вага вантажу у воді - це різниця між вагою чавуну в повітрі, та його виштовхувальною силою $P_ч = P_{П} - F_B$. В кінцевому вигляді маємо $F_A = P_6 + P_{П} - F_B$. Розпишемо дану рівність.

$$\frac{3}{4} V_6 \rho_B g = V_6 \rho_6 g + V_ч \rho_ч g - V_ч \rho_B g$$

$$\frac{3}{4} V_6 \rho_B g - V_6 \rho_6 g = V_ч \rho_ч g - V_ч \rho_B g$$

$$V_6 \left(\frac{3}{4} \rho_B - \rho_6 \right) = V_ч (\rho_ч - \rho_B)$$

Отримали основну властивість пропорції. Записуємо її.

$$\frac{V_6}{V_ч} = \frac{\rho_ч - \rho_B}{\frac{3}{4} \rho_B - \rho_6} = \frac{7000 \text{ кг м}^3 - 1000 \text{ кг м}^3}{\frac{3}{4} 1000 \text{ кг м}^3 - 500 \text{ кг м}^3} = 24 \text{ рази}$$

Відповідь: об'єм буя має перевищувати об'єм вантажу у 24 рази.

VIII. РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ. ЕНЕРГІЯ.

1.8 Дано:

$$v_1 = 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 0.01 \text{ кг}$$

$$A = ?$$

Робота, виконана силою опору, дорівнює зміні кінетичної енергії кулі.

$$A = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \frac{0.01 \text{ кг} \cdot 600 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} - \frac{0.01 \text{ кг} \cdot 500 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} = 550 \text{ Дж}$$

Відповідь: робота сили опору 550 Дж

2.8 Дано:

$$N = 18 \text{ кВт}$$

$$t = 24 \text{ год}$$

$$V = 85 \text{ м}^3$$

$$\text{ККД} = 20\%$$

$$\rho = 780 \text{ кг м}^3$$

$$g = 9.8 \text{ Н кг}^{-1}$$

$$h = ?$$

Глибину свердловини знайдемо з формули ККД:

$$\text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_3} \cdot 100\%; \quad A_{\text{к}} = mgh = \rho Vgh$$

$$A_3 = Nt$$

Зводимо усе в один вираз $\text{ККД} = \frac{\rho Vgh}{Nt} \cdot 100\%$, з якого і виведемо робочу формулу для обчислення глибини.

$$h = \frac{\text{ККД} \cdot Nt}{\rho Vg \cdot 100\%} = \frac{20\% \cdot 18000 \text{ Вт} \cdot 24 \text{ год} \cdot 3600 \text{ с}}{780 \text{ кг м}^3 \cdot 85 \text{ м}^3 \cdot 9.8 \text{ Н кг}^{-1} \cdot 100\%} = 478,7 \text{ м}$$

Відповідь: глибина свердловини 478,7 м.

3.8 Дано:

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

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

$$m = 800 \text{ т} = 800\,000 \text{ кг}$$

$$A = ?$$

Робота, виконана двигунами, дорівнює зміні кінетичної енергії. $A = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$

$$A = \frac{800000 \text{ кг} \cdot 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} - \frac{800000 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} = 50\,000\,000 \text{ Дж}$$

Відповідь: $A = 50 \text{ МДж}$

4.8 Дано:

$$m_1 = 1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}$$

$$v_1 = 2.5 \text{ м с}$$

$$m_2 = 1.5 \text{ т} = 1500 \text{ кг}$$

$$v_2 = 2 \text{ м с}$$

$$m = ?$$

За умовою задачі потужність в обох випадках стала, тому $N_1 = N_2$, $N = Fv$, $F = mg$. Маса складається з маси вантажу та маси тари. Звівши усе в одну формулу, отримаємо рівняння: $m_1 + m v_1 = m_2 + m v_2$

$$m = \frac{m_2 v_2 - m_1 v_1}{(v_1 - v_2)} = \frac{1500 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м с} - 1000 \text{ кг} \cdot 2.5 \text{ м с}}{2.5 \text{ м с} - 2 \text{ м с}} = 1000 \text{ кг}$$

Відповідь: маса тари 1 т.

5.8 Дано:

$$P = 15000 \text{ Н}$$

$$v = 27 \text{ км год} =$$

$$= 7,5 \text{ м с}$$

$$F_0 = 0.02P$$

Сила двигуна дорівнює силі опору, а отже і 0,02 ваги.

$$N = F_0 v = 0,02 P v = 0,02 \cdot 15000 \text{ Н} \cdot 7,5 \text{ м с} = 2250 \text{ Вт}$$

$$N = ?$$

Відповідь: потужність двигуна 2,25 кВт.

6.8 Дано:

$$m = 120 \text{ кг}$$

$$h = 10 \text{ м}$$

$$\eta = 0,8$$

$$A_B = ?$$

Нерухоми́й блок не дає виграшу в силі, тому:

$$\eta = \frac{A_K}{A_B} = \frac{mgh}{A_B}$$

$$A_B = \frac{mgh}{\eta} = \frac{120 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м}}{0,8} = 14700 \text{ Дж}$$

Відповідь: виконана робота 14,7 кДж

7.8 Дано:

$$v = 9 \text{ км год}$$

$$N = 18,75 \text{ кВт}$$

$$F_o = ?$$

$$N = F_o v$$

$$F_o = \frac{N}{v} = \frac{18750 \text{ Вт}}{2,5 \text{ м с}} = 7500 \text{ Н}$$

Відповідь: сила опору ґрунту 7,5 кН.

8.8 Дано:

$$t = 200 \text{ с}$$

$$V = 10 \text{ м}^3$$

$$h = 1,8 \text{ м}$$

$$\eta = 0,9$$

$$\rho = 1030 \text{ кг м}^3$$

$$g = 9,8 \text{ Н кг}$$

$$N = ?$$

$$\eta = \frac{A_K}{A_B} = \frac{Fh}{Nt} = \frac{mgh}{Nt} = \frac{\rho Vgh}{Nt}$$

$$N = \frac{\rho Vgh}{\eta t} = \frac{1030 \text{ кг м}^3 \cdot 10 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 1,8 \text{ м}}{0,9 \cdot 200 \text{ с}} = 1009,4 \text{ Вт}$$

Відповідь: потужність насоса 1009,4 Вт \approx 1 кВт.

9.8 Дано:

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$h_1 = 10 \text{ см}$$

$$F_o = ?$$

Робота сили тяжіння дорівнює роботі сили опору ґрунту.

$$A = A_o$$

$$mgh = F_o h_1$$

$$F_o = \frac{mgh}{h_1} = \frac{5 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 20 \text{ м}}{0,1 \text{ м}} = 9,8 \text{ кН}$$

Відповідь: $F_o = 9,8 \text{ кН}$

10.8 Дано:

$$m = 3000 \text{ кг}$$

$$v_1 = 50 \text{ м с}$$

$$h = 400 \text{ м}$$

$$v_2 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$A_o = ?$$

На висоті 400 м повна механічна енергія літака дорівнює сумі

кінетичної та потенціальної: $E_{K_1} + E_n = E$

Біля доріжки аеродрому лишається тільки кінетична енергія.

Різниця між початковою та кінцевою механічною енергією

дорівнює роботі сили опору повітря.

$$E_{K_1} + E_n - E_{K_2} = A_o$$

$$A_o = \frac{mv_1^2}{2} + mgh - \frac{mv_2^2}{2}$$

$$A_o = \frac{3000 \text{ кг} \cdot 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} + 3000 \text{ кг} \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 400 \text{ м} - \frac{3000 \text{ кг} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2}{2} = 14,16 \text{ МДж}$$

Відповідь: $A_o = 14,16 \text{ МДж}$

11.8 Дано:

$$m_1 = 9.8 \text{ г}$$

$$m_2 = 9 \text{ кг}$$

$$v = 30 \text{ м/с}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$h = ?$$

Кінетична енергія кулі дорівнює потенціальній енергії вантажу.

$$E_k = E_{\text{п}}$$

$$\frac{m_1 v^2}{2} = m_2 g h$$

$$h = \frac{m_1 v^2}{2 m_2 g} = \frac{0.0098 \text{ кг} \cdot (30 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 9 \text{ кг} \cdot 9.8 \text{ Н/кг}} = 0.05 \text{ м}$$

Відповідь: вантаж піднявся на висоту 5 см.

12.8 Дано:

$$V = 0.48 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{б}} = 2,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

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

$$A = ?$$

Сила, яка необхідна щоб підняти плиту у воді, є різницею між вагою плити направленої донизу та Архімедової сили направленої доверху. Тому формула роботи має такий вигляд:

$$A = P - F_A \quad h = \rho_{\text{б}} V g h - \rho_{\text{в}} V g h = (\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{в}}) V g h$$

$$A = 2300 \text{ кг/м}^3 - 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 0.48 \text{ м}^3 \cdot 9.8 \text{ Н/кг} \cdot 2 \text{ м} = 12,23 \text{ кДж}$$

Відповідь: робота дорівнює 12,23 кДж.

13.8 Дано:

$$t = 2 \text{ год}$$

$$F_{\text{ТЯ}} = 900 \text{ Н}$$

$$N = 30 \text{ кВт}$$

$$S = ?$$

Щоб знайти шлях необхідно швидкість помножити на час.

$$S = vt$$

Швидкість знайдемо через потужність і силу тяги: $v = \frac{N}{F_{\text{ТЯ}}}$

$$S = \frac{Nt}{F_{\text{ТЯ}}} = \frac{30000 \text{ Вт} \cdot 2 \text{ год} \cdot 3600 \text{ с}}{900 \text{ Н}} = 240 \text{ км.}$$

Відповідь: $S = 240 \text{ км.}$

14.8 Дано:

$$m = 500 \text{ т}$$

$$v = 72 \text{ км/год}$$

$$S = 3600 \text{ м}$$

$$A = 188 \text{ МДж}$$

$$F_o = ?$$

Робота, яку виконали двигуни, була затрачена на розгін тепловоза (збільшилась кінетична енергія) та подолання сили опору рухові.

$$A = E_k + A_o = \frac{mv^2}{2} + F_o S$$

$$F_o = \frac{A - \frac{mv^2}{2}}{S} = \frac{188\,000\,000 \text{ Дж} - \frac{500\,000 \text{ кг} \cdot (20 \text{ м/с})^2}{2}}{3\,600 \text{ м}} = 24,44 \text{ кН}$$

Відповідь: сила опору дорівнює 24,44 кН.

15.8 Дано:

$$t = 30 \text{ с}$$

$$h = 100 \text{ м}$$

$$N = 368 \text{ кВт}$$

$$\eta = 0,8$$

$$F_{\text{ТЯ}} = ?$$

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{в}}} = \frac{F_{\text{ТЯ}} h}{Nt}$$

$$F_{\text{ТЯ}} = \frac{\eta Nt}{h} = \frac{0,8 \cdot 368 \text{ кВт} \cdot 30 \text{ с}}{100 \text{ м}} = 88 \text{ 320 Н}$$

Відповідь: $F_{\text{ТЯ}} = 88 \text{ 320 Н}$

16.8 Дано:

$$t = 8 \text{ год}$$

$$m = 3 \text{ 000 000 кг}$$

$$h = 12 \text{ м}$$

$$N = 20,4 \text{ кВт}$$

$$g = 9,8 \text{ Н кг}$$

$$\text{ККД} = ?$$

$$\text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{в}}} 100 \% = \frac{Fh}{Nt} 100 \% = \frac{mgh}{Nt} 100 \%$$

$$\text{ККД} = \frac{3 \text{ 000 000 кг} \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 12 \text{ м}}{20400 \text{ Вт} \cdot 8 \text{ год} \cdot 3600 \text{ с}} \cdot 100 \% = 60 \%$$

Відповідь: $\text{ККД} = 60 \%$

17.8 Дано:

$$h = 8 \text{ м}$$

$$V = 5 \text{ м}^3$$

$$g = 9,8 \text{ Н кг}$$

$$h_1 = 10 \text{ м}$$

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

$$A = ?$$

Роботу шукаєм з формули $A = Fs$

$$F = mg = \rho Vg, \quad s = h + h_1$$

Звівши усе в одну рівність отримаємо:

$$A = \rho Vg h + h_1$$

$$A = 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 5 \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 8 \text{ м} + 10 \text{ м} = 882 \text{ кДж}$$

Відповідь: $A = 882 \text{ кДж}$.

18.8 Дано:

$$A = 8 \text{ кДж}$$

$$m = 0,15 \text{ кг}$$

$$h = 10 \text{ мм}$$

$$v = 300 \text{ м с}$$

$$E_{\text{к}} = ?$$

Для того, щоб снаряд пробив броню необхідно, щоб його кінетична енергія була не менша ніж робота сили опору броні.

$$E_{\text{к}} \geq A_0$$

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,15 \text{ кг} \cdot (300 \text{ м с})^2}{2} = 6750 \text{ Дж}$$

Відповідь: снаряд броню не проб'є, тому що $E_{\text{к}} = 6,75 \text{ кДж} < A_0$.

19.8 Дано:

$$m = 100 \text{ кг}$$

$$F = 250 \text{ Н}$$

$$h_1 = 0,08 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ Н кг}$$

$$h_2 = 0,4 \text{ м}$$

$$\text{ККД} = ?$$

$$\text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{в}}} 100 \% = \frac{mgh_1}{Fh_2} 100 \%$$

$$\text{ККД} = \frac{100 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 0,08 \text{ м}}{250 \text{ Н} \cdot 0,4 \text{ м}} \cdot 100 \% = 78,4 \%$$

Відповідь: $\text{ККД} = 78,4 \%$.

20.8 Дано:

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$h = 1000 \text{ м}$$

$$v_1 = 40 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$A_o = ?$$

Повна механічна енергія планера дорівнює сумі кінетичної та потенціальної: $E_{к_1} + E_n = E$, при приземленні вся енергія кінетична $E = E_2$. Різниця між початковою та кінцевою механічною енергією дорівнює роботі сили опору повітря.

$$E_{к_1} + E_n - E_{к_2} = A_o$$

$$A_o = \frac{mv_1^2}{2} + mgh - \frac{mv_2^2}{2}$$

$$A_o = \frac{500 \text{ кг} \cdot 40^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2} + 500 \text{ кг} \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 1000 \text{ м} - \frac{500 \text{ кг} \cdot 10^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2} = 5,275 \text{ МДж}$$

Відповідь: $A_o = 5,275 \text{ МДж}$

21.8 Дано:

$$F_o = 33250 \text{ Н}$$

$$v = 1.5 \text{ м/с}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$A = ? \quad N = ?$$

Потужність трактора

$$N = F_o v = 33250 \text{ Н} \cdot 1.5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 49.875 \text{ кВт}$$

$$A = Nt = 49875 \text{ Вт} \cdot 20 \text{ с} = 997.5 \text{ кДж}$$

Відповідь: $N = 49.875 \text{ кВт}$, $A = 997.5 \text{ кДж}$

22.8 Дано:

$$h = 350 \text{ м}$$

$$t = 2 \text{ год}$$

$$N = 10 \text{ кВт}$$

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

$$g = 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\eta = 0.5$$

$$V = ?$$

Записуємо формулу для знаходження коефіцієнта корисної дії

$$\eta = \frac{A_k}{A_B} = \frac{Fh}{Nt} = \frac{mgh}{Nt} = \frac{\rho_B V \cdot gh}{Nt}$$

Виводимо робочу формулу:

$$V = \frac{\eta Nt}{\rho_B gh} = \frac{0.5 \cdot 10000 \text{ Вт} \cdot 2 \text{ год} \cdot 3600 \text{ с}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 350 \text{ м}} = 10,5 \text{ м}^3$$

Відповідь: $V = 10,5 \text{ м}^3$

23.8 Дано:

$$v_1 = 760 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 360 \text{ м/с}$$

$$m = 230 \text{ кг} \quad \text{год} = 0.064 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$N = ?$$

Зміна внутрішньої енергії пари дорівнює

$$\text{роботі } A = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$$

Маса пари, яка поступає до турбіни дорівнює $0,064 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

$$A = \frac{0.064 \text{ кг} \cdot (760 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{2} - \frac{0.064 \text{ кг} \cdot 360^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2} = 14336 \text{ Дж}$$

Дана робота виконується за одну секунду, отже $N = 14,35 \text{ кВт}$.

Відповідь: $N = 14,35 \text{ кВт}$

24.8 Дано:

$$F = 100 \text{ Н}$$

$$m_1 = 2 \text{ кг}$$

$$m = 16.5 \text{ кг}$$

ККД=?

Запишемо формулу для знаходження коефіцієнта корисної дії рухомого блока

$$\begin{aligned} \text{ККД} &= \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{в}}} \cdot 100\% = \frac{(m_1+m) \cdot g \cdot l \cdot 100\%}{F \cdot 2l} = \frac{2\text{кг}+16,5\text{кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 100\%}{100\text{Н} \cdot 2} = \\ &= \frac{181,3 \text{ Н}}{200 \text{ Н}} \cdot 100\% = 90\% \end{aligned}$$

Відповідь: ККД = 90%.

25.8 Дано:

$$V = 50 \text{ дм}^3$$

$$h = 8 \text{ м}$$

$$\rho_{\text{к}} = 2400 \text{ кг м}^3$$

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

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

A=?

На камінь, який знаходиться у воді, діє сила земного тяжіння направлена в низ та архімедова сила направлена ввверх, тому вага каменя дорівнює різниці цих сил.

$$P_{\text{в}} = F_{\text{тя}} - F_{\text{А}}$$

Роботу обчислюємо з формули

$$A = P_{\text{в}} \cdot h = (\rho_{\text{к}} V g - \rho_{\text{в}} V g) \cdot h;$$

$$A = 2400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,05 \text{ м}^3 \cdot 8 \text{ м} = 5488 \text{ Дж}$$

Відповідь: A = 5,5 кДж

26.8 Дано:

$$S = 1 \text{ га} = 10000 \text{ м}^2$$

$$N = 200 \text{ кВт}$$

$$F_{\text{тя}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

$$a = 1,5 \text{ м}$$

t=?

Нехай сторона поля дорівнює $b = 100 \text{ м}$, тоді за один прохід трактор виоре площу $S_1 = 150 \text{ м}^2$

Поділивши площу поля на площу одного проходу, отримаємо кількість проходів $n = \frac{S}{S_1}$, звідки

знайдемо шлях руху трактора по полю: $l = b \cdot n$

Час оранки отримаємо з формули

$$A = Nt \Rightarrow t = \frac{A}{N}, \text{ роботу з } A = Fl.$$

Виводимо робочу формулу:

$$t = \frac{A}{N} = \frac{Fl}{N} = \frac{F \cdot b \cdot n}{N} = \frac{Fb \cdot S}{N \cdot S_1} = \frac{50000 \text{ Н} \cdot 100 \text{ м} \cdot 10000 \text{ м}^2}{200000 \text{ Вт} \cdot 150 \text{ м}^2} = 28 \text{ хв}$$

Відповідь: t = 28 хв.

27.8 Дано:

$$F = 50 \text{ Н}$$

$$t = 2 \text{ хв}$$

$$n = 100$$

$$l_1 = 25 \text{ см}$$

N=?, A=?

$$A = F \cdot l = F \cdot n \cdot l_1 = 50 \text{ Н} \cdot 100 \cdot 0,25 \text{ м} = 1250 \text{ Дж}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{1250 \text{ Дж}}{120 \text{ с}} = 10,42 \text{ Вт}$$

Відповідь: N = 10,42 Вт, A = 1250 Дж

28.8 Дано:

$$m_1 = 1.5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$s = 600 \text{ м}$$

$$F_{\text{тр}} = 0.008P$$

$$A = ?$$

Роботу визначимо за формулою: $A = Fs$, де F - сила тяги, яка при рівномірному русі дорівнює силі опору. Тому $A = 0.008mgs$.

$$A = 1.5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9.8 \text{ Н/кг} \cdot 600 \text{ м} \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 70560 \text{ Дж}$$

Відповідь: $A = 70,6 \text{ кДж}$

29.8 Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$v = 4 \text{ м/с}$$

$$h = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$F = ?$$

За рахунок енергії молотка була виконана робота по переміщенню костилля у шпалі: $E = A$ або $\frac{mv^2}{2} = Fh$. Звідки

$$F = \frac{mv^2}{2h} = \frac{5 \text{ кг} \cdot 16 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 2000 \text{ Н} = 2 \text{ кН.}$$

Відповідь: $F = 2 \text{ кН}$

30.8 Дано:

$$S_1 = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$S_2 = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$F_2 = 20 \text{ Н}$$

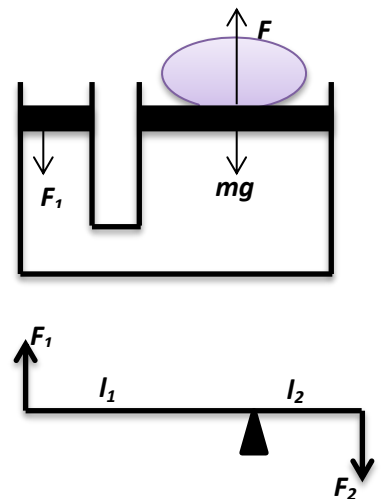
$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{5}$$

$$F = ?$$

Із малюнка видно, що маса вантажу урівноважується силою тиску, яка діє на великий поршень: $mg = F$ Силу

тиску зможемо визначити, якщо

знайдемо тиск рідини і площу великого поршня: $F = pS_2$. Тиск створює сила F_1 , що діє на малий поршень S_1 : $p = \frac{F_1}{S_1}$.



Сила F_1 невідома, але з рівноваги важеля можна її визначити, адже: $M_1 = M_2$,

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 \text{ або } \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}; \quad F_1 = \frac{F_2 l_2}{l_1}. \text{ Загальна формула:}$$

$$F = pS_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1} = \frac{F_2 l_2 S_2}{l_1 S_1} = \frac{20 \text{ Н} \cdot 5 \cdot 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2}{1.5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 6000 \text{ Н.}$$

Відповідь: $F = 6 \cdot 10^3 \text{ Н.}$

31.8 Дано:

$$S = 2 \text{ м}^2$$

$$v = 9 \text{ м/с}$$

$$\rho = 1,33 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$N = ?$$

Знайдемо енергію, яку за 1 с може віддати повітряний потік, перетнувши поперечний переріз площею $S = 2 \text{ м}^2$. Це і буде шукана потужність. Через S за час t пройде об'єм повітря vtS , а маса ρvtS . Це повітря має

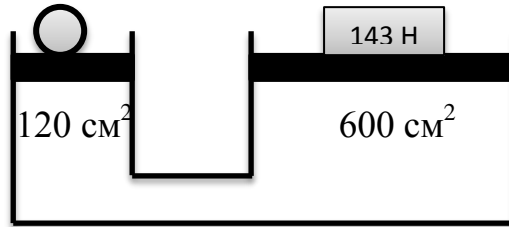
енергію $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{\rho v^3 St}{2}$. Звідки

$$N = \frac{1.33 \text{ кг/м}^3 \cdot 729 \text{ м}^3/\text{с}^3 \cdot 2 \text{ м}}{2} = 969,6 \text{ Вт}$$

Відповідь: $N = 969,6 \text{ Вт.}$

ІХ. ПРОСТІ МЕХАНІЗМИ

1.9



Дано:

$$F = 143 \text{ Н}$$

$$S_1 = 120 \text{ см}^2$$

$$S_2 = 600 \text{ см}^2$$

$$P = ?$$

Запишемо рівняння гідравлічної машини:

$$\frac{F}{P} = \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow P = \frac{FS_1}{S_2} = \frac{143 \text{ Н} \cdot 120 \text{ см}^2}{600 \text{ см}^2} = 28,6 \text{ Н}$$

Відповідь: вага кулі 28,6 Н.

2.9 Дано:

$$F_1 = 630 \text{ Н}$$

$$m = 500 \text{ кг}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

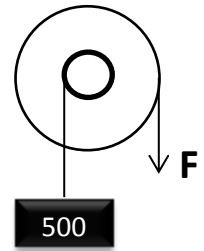
$$F = ?$$

Коловорот, як і важіль, дає вигравш у силі. Застосуємо до нього правило моментів. Момент сили за годинниковою стрілкою дорівнює моменту сили проти годинникової стрілки.

$$M_1 = M_2, l_1 = 8r, l_2 = r$$

$$Fl_1 = mgl_2$$

$$F = \frac{mgl_2}{l_1} = \frac{500 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot r}{8r} = 612,5 \text{ Н}$$



Відповідь: людина вантаж підніме, приклавши силу 612,5 Н

3.9 Дано:

$$l = 1 \text{ м}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

$$l_1 = 20 \text{ см}$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$l_2 = 40 \text{ см}$$

$$m_3 = 5 \text{ кг}$$

$$l_3 = 70 \text{ см}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$R_1 = ?; R_2 = ?$$

Горизонтальну балку можна вважати важелем, що перебуває у рівновазі.

Опишемо умову рівноваги, використавши правило моментів, відносно точки прикладання сили R_1 . Сума моментів сил проти годинникової стрілки дорівнює сумі моментів за годинниковою стрілкою.

$R_2 l = P_1 l_1 + P_2 l_2 + 0,5Pl + P_3 l_3$, вагу вантажів обчислимо за формулою $P = mg$. Підставивши у вираз значення усіх величин і провівши обрахунки, отримаємо силу тиску на праву опору.

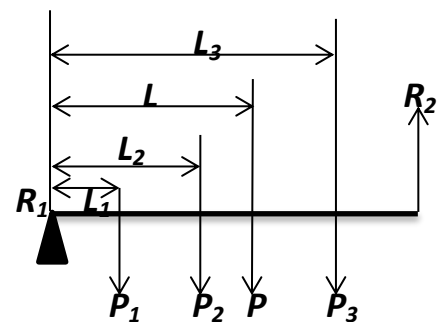
$$R_2 \cdot 1 \text{ м} = 1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 0,2 \text{ м} + 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 0,4 \text{ м} + 2 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 0,5 \text{ м} + 5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 0,7 \text{ м} = 53,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_2 = 53,9 \text{ Н}$$

Аналогічно записуємо умову рівноваги відносно точки R_2 .

$$R_1 l = P_1(l - l_1) + P_2(l - l_2) + 0,5Pl + P_3(l - l_3)$$

Знаходимо силу тиску на ліву опору.



$$R_1 \cdot 1\text{ м} = 1\text{ кг} \cdot 9.8\text{ Н/кг} \cdot 0.8\text{ м} + 2\text{ кг} \cdot 9.8\text{ Н/кг} \cdot 0.6\text{ м} + 2\text{ кг} \cdot 9.8\text{ Н/кг} \cdot 0.5\text{ м} + 5\text{ кг} \cdot 9.8\text{ Н/кг} \cdot 0.3\text{ м} = 44.1\text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_1 = 44.1\text{ Н} \cdot \text{м}$$

Відповідь: сила тиску на ліву опору 44,1 Н, а на праву – 53,9 Н.

4.9 Дано:

$$P = 3000\text{ Н}$$

$$l_F = \frac{1}{4}l$$

$$F = ?$$

Зробимо малюнок, на якому покажемо сили.

Вага частини, що звисає,

дорівнює $\frac{1}{4}P$ і прикладена

до середини звисаючої частини балки,

тобто на $\frac{1}{8}l$. Решту, $\frac{3}{4}P$, діє на $\frac{3}{8}l$

балки і зрівноважує дію сили F та

звисяючої частини балки $\frac{1}{4}P$. Запишемо

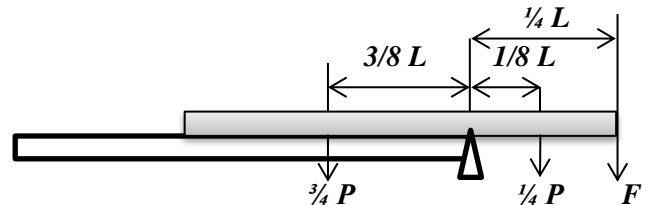
рівняння рівноваги відносно правого

$$\text{краю візка: } \frac{3}{4}P \cdot \frac{3}{8}l = \frac{1}{4}Fl + \frac{1}{4}P \cdot \frac{1}{8}l$$

$$\frac{9}{32} \cdot 3000\text{ Н} = \frac{1}{4}F + \frac{1}{32} \cdot 3000\text{ Н}$$

$$F = P. \text{ Отже, } F = 3000\text{ Н}.$$

Відповідь: $F = 3\text{ кН}$



5.9 Дано:

$$a = 50\text{ см}$$

$$l = 1.25\text{ м}$$

$$m = 3000\text{ кг}$$

$$g = 10\text{ Н/кг}$$

$$F_D = ? \quad F_A = ?$$

Зобразимо сили, які діють на балку.

Вага P діє на плече $l - a$ за годин-

никовою стрілкою, а сила F_A -

проти. Запишемо рівняння рівно-

ваги відносно точки D :

$$F_A \cdot a = P(l - a), \quad P = mg.$$

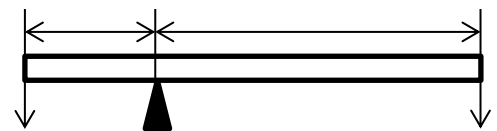
$$F_A = \frac{P(l - a)}{a} = \frac{3000\text{ кг} \cdot 10\text{ Н/кг} \cdot (1.25\text{ м} - 0.5\text{ м})}{0.5\text{ м}}$$

$$F_A = 45000\text{ Н}$$

Сила тиску в точці D дорівнює сумі ваги тіла та сили F_A .

$$F_D = F_A + P = 45000\text{ Н} + 30000\text{ Н} = 75000\text{ Н}$$

Відповідь: сила тиску в точці A 45 кН, а в точці D 75 кН.



6.9 Дано:

$$l = 4\text{ м}$$

$$P_1 = 500\text{ Н}$$

$$P_2 = 640\text{ Н}$$

$$l_2 = 1.5\text{ м}$$

$$R_1 = ? \quad R_2 = ?$$

Зробивши малюнок, на яко-

му зображуємо усі сили,

що діють на платформу,

записуємо рівняння її рів-

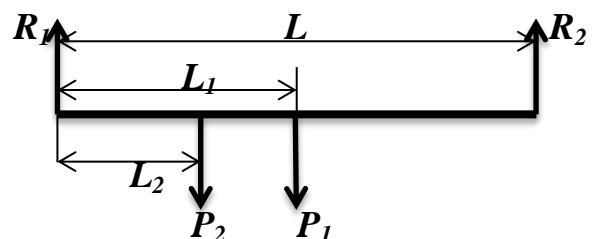
новаги відносно точки

прикладання сили R_1 , та точки

прикладання сили R_2 . $R_2 l = P_1 l_1 + P_2 l_2$; $R_1 l = P_1 l_1 + P_2 (l - l_2)$

Підставивши відповідні величини та розв'язавши рівняння, знаходимо силу натягу

тросів. $R_2 \cdot 4\text{ м} = 500\text{ Н} \cdot 2\text{ м} + 640\text{ Н} \cdot 1.5\text{ м} = 1960\text{ Н} \cdot \text{м}$



$$R_2 = \frac{1960 \text{ Н} \cdot \text{м}}{4 \text{ м}} = 490 \text{ Н}$$

$$R_1 \cdot 4 \text{ м} = 500 \text{ Н} \cdot 2 \text{ м} + 640 \text{ Н} \cdot 4 \text{ м} - 1,5 \text{ м} = 2600 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$R_1 = \frac{2600 \text{ Н} \cdot \text{м}}{4 \text{ м}} = 650 \text{ Н}$$

Відповідь: троси натягуються зі силами 650 Н, та 490 Н

7.9 Дано:

$$m = 245 \text{ кг}$$

$$h_1 = 0,06 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,3 \text{ м}$$

$$F = 500 \text{ Н}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

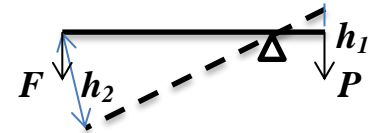
$$\text{ККД} = ?$$

Зобразимо сили, які діють на важіль, та запишемо формулу для знаходження коефіцієнта корисної дії для важеля.

$$\text{ККД} = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\% = \frac{F h_1}{F h_2} \cdot 100\%$$

Підставивши значення фізичних величин у формулу, знаходимо ККД.

$$\text{ККД} = \frac{245 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 0,06 \text{ м}}{500 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м}} \cdot 100\% = 96\%$$



Відповідь: ККД важеля 96%

8.9 Дано:

$$m_{\text{к}} = m_{\text{в}} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

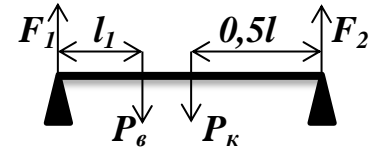
$$l = 26 \text{ м}$$

$$l_1 = 10 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$F_1 = ? \quad F_2 = ?$$

Мостовий кран можна вважати важілем, на який діє вага вантажу $P_{\text{в}}$ і власна вага крана $P_{\text{к}}$. Запишемо умову його рівноваги відносно точки прикладання сили F_1 :



$$P_{\text{в}} l_1 + 0,5 P_{\text{к}} l = F_2 l \Rightarrow F_2 = \frac{P_{\text{в}} l_1 + 0,5 P_{\text{к}} l}{l} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 10 \text{ м} + 0,5 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 26 \text{ м}}{26 \text{ м}} = 17,3 \text{ кН}$$

Запишемо умову рівноваги відносно точки прикладання сили F_2 :

$$P_{\text{в}}(l - l_1) + 0,5 P_{\text{к}} l = F_1 l \Rightarrow F_1 = \frac{P_{\text{в}}(l - l_1) + 0,5 P_{\text{к}} l}{l} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 16 \text{ м} + 0,5 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 26 \text{ м}}{26 \text{ м}} = 21,9 \text{ кН}$$

Відповідь: $F_2 = 17,3 \text{ кН}$; $F_1 = 21,9 \text{ кН}$.

9.9 Дано:

$$l = 30 \text{ см}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$m_1 = 3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 5 \text{ кг}$$

$$r = 5 \text{ см}$$

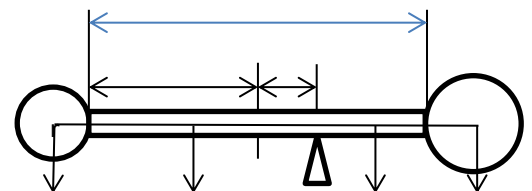
$$R = 7 \text{ см}$$

$$x = ?$$

Зробимо схематичне зображення тіл які з'єднані між собою, та покажемо усі сили, які діють на дану систему.

Система перебуває у рівновазі, тому запишемо рівняння рівноваги, використавши правило моментів сил.

Маса стержня m_4 , що виступає за точку рівноваги з права, дорівнює добутку маси стержня на частину стержня, що виступає, яку знайдемо, поділивши



довжину частини, що виступає, на довжину усього стержня $\frac{0,5l-x}{l}$.

Отже, $m_4 = m \frac{0,5l-x}{l}$. Так само знайдемо і масу стержня з лівого боку від точки рівноваги $m_3 = m \frac{0,5l+x}{l}$. Запишемо рівняння рівноваги:

$$m_1 g r + 0,5l + x + m_3 g \frac{0,5l + x}{2} = m_2 g R + 0,5l - x + m_4 g \frac{0,5l - x}{2}$$

Поділимо кожен доданок рівності на g , та замінимо m_3 та m_4 відповідними виразами:

$$m_1 r + 0,5l + x + m \frac{0,5l + x}{l} \cdot \frac{0,5l + x}{2} = m_2 R + 0,5l - x + m \frac{0,5l - x}{l} \cdot \frac{0,5l - x}{2}$$

Підставивши значення фізичних величин, розв'яжемо рівняння.

$$3 \cdot 5 + 15 + x + 2 \cdot \frac{15 + x}{30} \cdot \frac{15 + x}{2} = 5 \cdot 7 + 15 - x + 2 \cdot \frac{15 - x}{30} \cdot \frac{15 - x}{2}$$

$$60 + 3x + \frac{(15 + x)^2}{30} = 110 - 5x + \frac{(15 - x)^2}{30}$$

$$1800 + 90x + 225 + 30x + x^2 = 3300 - 150x + 225 - 30x + x^2$$

$$300x = 1500$$

$$x = 5 \text{ см}$$

Відповідь: віддаль від центра мас до середини стержня 5 см.

10.9 Дано:

$$S_1 = 4 \text{ см}^2$$

$$S_2 = 100 \text{ см}^2$$

$$F_1 = 100 \text{ Н}$$

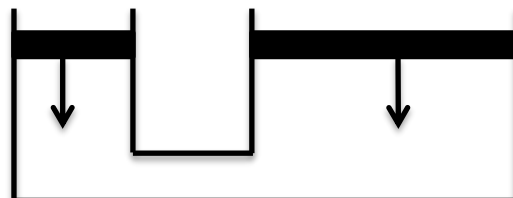
$$F_2 = ?$$

$$n = ?$$

Оскільки $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$, то $n = \frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} =$

$$= \frac{0,01 \text{ м}^2}{0,0004 \text{ м}^2} = 25 \text{ (разів)}$$

$$F_2 = n F_1 = 25 \cdot 100 \text{ Н} = 2,5 \text{ кН}$$



Відповідь: 25 разів; 2,5 кН.

11.9 Дано:

$$d = 0,2 \text{ м}$$

$$R = 0,6 \text{ м}$$

$$V = 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг м}^3$$

$$P = 30 \text{ Н}$$

$$F = ?$$

Коловорот – це два блоки, що мають плечі r і R .

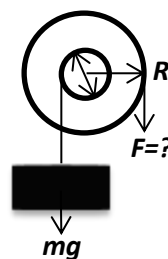
Сила mg – загальна сила тяжіння відра і води, що діє на вал, радіус якого дорівнює $r = \frac{d}{2}$, а сила, прикладена до корби, має плече, що дорівнює радіусу великого кола, тобто довжині корби.

При рівномірному підніманні відра з водою рівняння рівноваги має вигляд: $P + mg r = FR$,

де $m = \rho V$ – маса води. З рівняння знайдемо: $F = \frac{P + \rho V g r}{R}$.

$$F = \frac{30 \text{ Н} + 10^3 \text{ кг м}^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг} \cdot 0,1 \text{ м}}{0,6 \text{ м}} = 24,6 \text{ Н}$$

Відповідь: $F = 24,6 \text{ Н}$.



12.9 Дано:

$$P = 100 \text{ Н}$$

$$l = 1.5 \text{ м}$$

$$l_1 = 0.6 \text{ м}$$

$$l_2 = 0.4 \text{ м}$$

$$F = ?$$

Зробимо рисунок.

На лом діють: сила тяжіння, що діє на відрізок 0,6 м, - P_1 , яка повертає лом відносно точки О

за годинниковою стрілкою і

Прикладена до середини відрізка l_1 ; сила Тяжіння P_2 , що діє на решту лома, прикладена до середини цієї частини і намагається повернути лом проти годинникової стрілки;

сила F , яку ми прикладаємо, щоб підняти лом. Його можна піднімати, якщо сума

моментів, що повертають лом за годинниковою стрілкою, дорівнюватиме сумі моментів, які повертають його у протилежному напрямі. Виходячи з цієї умови, запишемо рівняння рівноваги:

$$\frac{1}{2} P_1 l_1 + F l - l_1 = P_2 \frac{l - l_1}{2}, \text{ де } P_1 = P \frac{l_1}{l} = \frac{100 \text{ Н} \cdot 0.6 \text{ м}}{1.5 \text{ м}} = 40 \text{ Н}$$

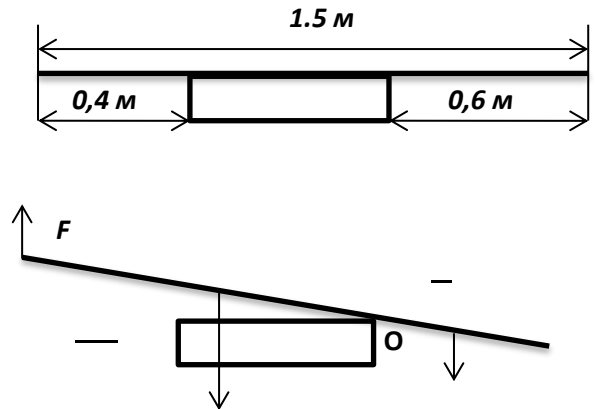
$$P_2 = P - P_1 = 60 \text{ Н};$$

$$40 \text{ Н} \cdot 0.3 \text{ м} + F \cdot 0.9 \text{ м} = 60 \text{ Н} \cdot 0.45 \text{ м};$$

$$12 \text{ Н} + F \cdot 0.9 = 27 \text{ Н};$$

$$F = \frac{27 \text{ Н} - 12 \text{ Н}}{0.9 \text{ м}} = 16.7 \text{ Н}$$

Відповідь: $F=16.7 \text{ Н}$.



13.9 Дано:

$$F$$

$$m$$

$$M = ?$$

Запишемо умову рівноваги важеля, використавши правило моментів.

$$m_k g \cdot \frac{1}{4} l + \frac{1}{4} m g \cdot \frac{1}{8} l = \frac{3}{4} m g \cdot \frac{3}{8} l + F \cdot \frac{3}{4} l,$$

де m_k - маса куба.

$$\text{Обчислимо вагу куба: } m_k g = m g + 3F$$

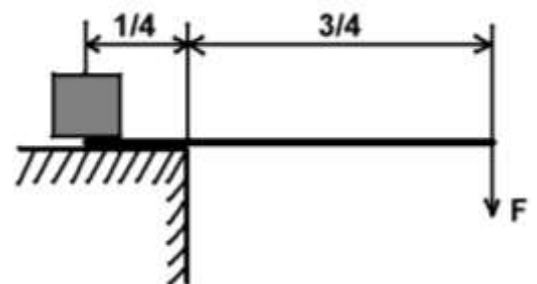
Запишемо умову рівноваги важеля такої ж довжини, який припідніме куб лише за рахунок власної маси.

$$m g + 3F \cdot \frac{1}{4} l + \frac{1}{4} M g \cdot \frac{1}{8} l = \frac{3}{4} M g \cdot \frac{3}{8} l, \text{ поділивши на } l \text{ і помноживши на } 4 \text{ отримаємо}$$

$$m g + 3F = M g$$

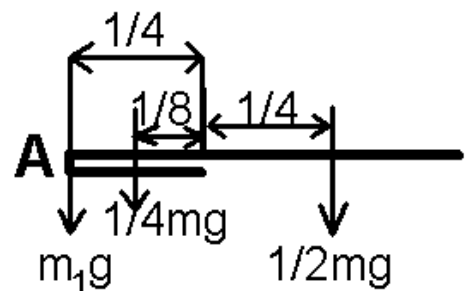
$$M = m + \frac{2F}{g}$$

Відповідь: маса лома $M = m + \frac{2F}{g}$.



14.9 Розв'язання:

Після згинання пополам для відновлення рівноваги необхідно три моменти сили: половина лівої частини з плечем $l/8l$, інша половина прикладена до плеча $l/4l$ та шуканої сили прикладеної до точки А з плечем також $l/4l$.



Запишемо рівняння рівноваги стержня:

$$\frac{1}{8}l \cdot \frac{1}{4}mg + \frac{1}{4}l \cdot \frac{1}{4}mg + \frac{1}{4}lm_1g = \frac{1}{4}l \frac{1}{2}mg$$

$$\frac{1}{32}m + \frac{1}{16}m + \frac{1}{4}m_1 = \frac{1}{8}m$$

$$\frac{1}{4}m_1 = \frac{1}{8}m - \frac{3}{32}m$$

$$m_1 = \frac{1}{32} \cdot \frac{4}{1} = \frac{1}{8} \text{ кг} = 0,125 \text{ кг}$$

Відповідь: в точці А необхідно підвісити вантаж масою 125 грам.

Х. ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

1.10 Дано:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 0,08 \text{ кг}$$

$$q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\text{ККД} = 80\%$$

$$m_2 = ?$$

Запишемо рівняння теплового балансу: 80% кількості теплоти, що виділилося при згорянні газу, дорівнює кількості теплоти, що отримала холодна вода при нагріванні:

$$0,8m_1q = cm_2(t_2 - t_1)$$

$$m_2 = \frac{0,8m_1q}{c(t_2 - t_1)} = \frac{0,8 \cdot 0,08 \cdot 4,4 \cdot 10^7}{4200 \cdot 80} = 8,38 \text{ кг}$$

Відповідь: можна нагріти 8,38 кг води.

2.10 Дано:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$g = 9,8 \text{ Н/кг}$$

$$h = ?$$

Робота, яку має виконати сила земного тяжіння, дорівнює кількості теплоти необхідної для нагрівання води.

$$A = Q$$

$$mgh = cm(t_2 - t_1)$$

$$h = \frac{cm(t_2 - t_1)}{mg} = \frac{4200 \cdot 80}{9,8} = 34286 \text{ м} = 34,3 \text{ км}$$

Відповідь: вода повинна падати з висоти 34,3 км.

3.10 Дано:

$$s = 500 \text{ км} = 5 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$v = 250 \frac{\text{км}}{\text{год}} \approx 69,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$N = 2 \text{ МВт} = 2 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

$$\text{ККД} = 25\%$$

$$q = 4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Коефіцієнт корисної дії двигунів описується формулою

$$\text{ККД} = \frac{A}{Q} 100\% \text{ де } A = Fs, \text{ а } F = \frac{N}{v}.$$

Кількість теплоти, яка виділяється при згорянні бензину, знаходимо з формули $Q = qm$

$$\text{ККД} = \frac{Ns}{vqm} \Rightarrow m = \frac{Ns}{0,25vq}$$

$$m = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^5}{0,25 \cdot 69,4 \cdot 4,4 \cdot 10^7} = 1310 \text{ кг}$$

Відповідь: літак витратив 1310 кг бензину.

4.10 Дано:

$$v = 300 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 83,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$c = 126 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\text{ККД} = 60\%$$

$$\Delta t = ?$$

$$\text{ККД} = \frac{Q}{E} 100\% \Rightarrow 0,6 E = Q \Rightarrow \frac{0,6mv^2}{2} = cm\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{0,3v^2}{c} = \frac{0,3 \cdot 83,3^2}{126} = 16,5 ^\circ\text{C}$$

Відповідь: куля нагріється на $16,5 ^\circ\text{C}$

Якщо втрати становлять 40%, то ККД = 60%.

Кінетичну енергію описуємо формулою $E = \frac{mv^2}{2}$, а

кількість теплоти необхідної для нагрівання тіла -

$$Q = cm\Delta t$$

5.10 Дано:

$$m_1 = 10^4 \text{ кг}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$m_2 = 250 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 100 ^\circ\text{C}$$

$$\text{ККД} = 60\%$$

$$c = 460 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

$$n = ?$$

Відповідь: молот повинен вдарити по заготовці 96 раз.

Кількість теплоти, що необхідна для нагрівання заготовки, є корисною енергією і визначається за формулою

$$Q = cm\Delta t. \text{ Робота молота за один удар } A = mgh$$

$$\text{ККД} = \frac{Q}{nA} 100\% \Rightarrow 0,6nA = Q$$

$$n = \frac{cm\Delta t}{0,6mgh} = \frac{460 \cdot 250 \cdot 100}{0,6 \cdot 10^4 \cdot 10 \cdot 2} = 96 \text{ раз}$$

6.10 Дано:

$$m_1 = 120 \text{ г} = 0,12 \text{ кг}$$

$$m_2 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 96 ^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 40 ^\circ\text{C}$$

$$c_3 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{л}} = 376 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{г}} = 2130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_{\text{г}} = ? \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Відповідь: питома теплоємність гасу $2124,8 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Складемо рівняння теплового балансу, де латунь і гас отримують тепло, а залізний тягарець віддає.

$$Q_{\text{л}} + Q_{\text{г}} = Q_3$$

$$c_{\text{л}} m_1 t_3 - t_1 + c_{\text{г}} m_2 t_3 - t_1 = c_3 m_3 t_2 - t_3$$

$$c_{\text{г}} = \frac{c_3 m_3 t_2 - t_3 - c_{\text{л}} m_1 t_3 - t_1}{m_2 t_3 - t_1}$$

$$c_{\text{г}} = \frac{0,2 \cdot 460 \cdot 56 - 376 \cdot 0,12 \cdot 20}{0,1 \cdot 20} = 2124,8 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

7.10 Дано:

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$T = 2 \text{ хв}$$

$$T_1 = 1 \text{ хв}$$

$$t_1 = 85 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m = 1.8 \text{ кг}$$

$$P = ?$$

Потужність кип'ятильника – це відношення роботи до часу, за який була виконана робота. $P = \frac{A}{t}$

$A = Q + 2Q_1$, де Q – кількість теплоти, що пішло на нагрівання води;
 Q_1 – кількість теплоти, що витрачалася за 1 хвилину.

$$A = cm t_2 - t_1 + 2cm\Delta t.$$

$$P = \frac{cm t_2 - t_1 + 2cm\Delta t}{T} = \frac{cm(t_2 - t_1 + 2\Delta t)}{T} = \frac{4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 1.8 \text{ кг} \cdot 7^\circ\text{C}}{120 \text{ с}} = 441 \text{ Вт}$$

Відповідь: потужність кип'ятильника 441 Вт.

8.10 Дано:

$$m = 10 \text{ кг}$$

$$c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 340 \text{ кДж/кг}$$

$$m_{\text{л}} = ?$$

Плавлення льоду відбувається при сталій температурі і триває 50 хв, що видно з побудованого графіка. За наступні 10 хв, коли у відрі лишилася тільки вода, температура зросла на 2°C .

Отже, час танення льоду у п'ять разів більший за час нагрівання води. Відро отримувало теплоту з навколишнього середовища кімнати з однаковою швидкістю, тому $Q_{\text{л}} = 5Q_{\text{в}}$

$$\lambda m_{\text{л}} = 5cm\Delta t$$

$$m_{\text{л}} = \frac{5cm\Delta t}{\lambda} = \frac{5 \cdot 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 10 \text{ кг} \cdot 2^\circ\text{C}}{340\,000 \text{ Дж/кг}} = 1.235 \text{ кг.}$$

Відповідь: маса льоду 1,235 кг.

9.10 Дано:

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_3 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V = 10 \text{ м}^3$$

$$V_1 = ?$$

Запишемо рівняння теплового балансу, де природний газ при згоранні віддає тепло, а будинок отримує його, компенсуючи втрати в навколишнє середовище $qm = cm\Delta t$.

При більшій різниці температури в будинку і на дворі буде збільшуватись і кількість використаного палива. Маємо прямопропорційну залежність. $q\rho V = cm(t_1 - t_2)$ - змінна температури 30°C

$$q\rho V_1 = cm(t_1 - t_3) \text{ - змінна температури } 40^\circ\text{C}$$

Складемо пропорцію: $\frac{q\rho V}{q\rho V_1} = \frac{cm(t_1 - t_2)}{cm(t_1 - t_3)}$, звідси $\frac{V}{V_1} = \frac{(t_1 - t_2)}{(t_1 - t_3)}$

$$V_1 = \frac{V(t_1 - t_3)}{(t_1 - t_2)} = \frac{10 \text{ м}^3 \cdot 40^\circ\text{C}}{30^\circ\text{C}} = 13\frac{1}{3} \text{ м}^3.$$

Відповідь: $V_1 = 13\frac{1}{3} \text{ м}^3$.

10.10 Дано:

$$l = 8.08 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$P = 2.3 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

$$F_o = 0.05P$$

$$\eta = 0.2$$

$$q = 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$$

$$m = ?$$

Запишемо формулу ККД: $\eta = \frac{A_k}{A_b}$. Корисна робота - це добуток сили на переміщення $A_k = 0,05Pl$, де сила опору рухові дорівнює силі тяги автомобіля. Енергія для виконання роботи виділяється при згоранні бензину $A_b = Q = qm$.

$$\text{Маємо: } \eta = \frac{0,05Pl}{qm}, \quad \text{звідси} \quad m = \frac{0,05Pl}{\eta q}.$$

$$m = \frac{0,05 \cdot 2,3 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot 8,08 \cdot 10^5 \text{ м}}{0,2 \cdot 4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}} = 101 \text{ кг}$$

Відповідь: маса бензину 101 кг.

11.10 Дано:

Сніг, падаючи на поверхню вазона, спочатку буде танути і перетворюватись на воду за рахунок теплоти землі вазона. Як тільки земля охолоне до 0°C , почне утворюватись шар снігу. Шуканий час, це сума часу танення снігу та утворення десятисантиметрової товщини на поверхні:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2.$$

В 1 м^3 повітря 100 сніжинок і їх швидкість падіння 1 м/с ,

отже, на площу в 1 м^2 падає 100 сніжинок. Їх об'єм

$$V_1 = 100 \cdot 0,5 \text{ см}^3 = 50 \text{ см}^3 = 0,00005 \text{ м}^3.$$

Поділивши об'єм на площу, знаходимо висоту шару снігу, що

$$\text{утворюється за } 1 \text{ с: } h_1 = \frac{0,00005 \text{ м}^3}{1 \text{ м}^2} = 0,00005 \text{ м} = 0,05 \text{ мм}.$$

Поділивши товщину шару на швидкість його утворення, отримаємо час протягом якого виросте 10 см снігу на

$$\text{поверхні вазона } \tau_1 = \frac{h_1}{v} = \frac{100 \text{ мм}}{0,05 \text{ мм/с}} = 2000 \text{ с}.$$

Щоб знайти час танення, потрібно знайти висоту снігу що розтав. Складемо рівняння теплового балансу $Q_1 = Q_2$, де $Q_1 = cm_\text{сн} (t - t_0) = c\rho Sh(t - t_0)$ – теплота, яку віддасть земля вазона;

$Q_2 = \lambda m_\text{сн}$ – теплота яка піде на танення снігу масою $m_\text{сн}$.

Масу снігу знаходимо через густину $m_\text{сн} = \rho_\text{сн} Sh_2$, густину снігу запишемо як відношення маси сніжинки до її об'єму $\rho_\text{сн} = \frac{m}{V}$.

Виводимо робочу формулу: $c\rho Sh (t - t_0) = \lambda m_\text{сн}$

$$c\rho Sh (t - t_0) = \lambda \rho_\text{сн} Sh_2 = \frac{\lambda m Sh_2}{V}$$

$$h_2 = \frac{c\rho Sh (t - t_0) V}{\lambda m S}$$

$$h_2 = \frac{900 \text{ Дж/кг} \cdot \text{°C} \cdot 1500 \text{ кг/м}^3 \cdot 0,15 \text{ м} \cdot 11 \text{ °C} \cdot 0,0000005 \text{ м}^3}{335000 \text{ Дж/кг} \cdot 0,00005 \text{ кг}} = 0,0665 \text{ м}.$$

$$\text{Час танення: } \tau_2 = \frac{h_2}{v} = \frac{66,5 \text{ мм}}{0,05 \text{ мм/с}} = 1330 \text{ с}.$$

$$\text{Загальний час } \tau = 2000 \text{ с} + 1330 \text{ с} = 3330 \text{ с} = 55,5 \text{ хв}.$$

Відповідь: за 55,5 хв на вазоні виросте шар снігу товщиною 10 см.

12.10 Дано:

$$m = 700 \text{ кг}$$

$$t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V = 678 \text{ л}$$

$$t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \text{ Дж кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\lambda = 330 \text{ кДж кг}$$

$$h = ?$$

Складаємо рівняння теплового балансу.

$Q_B + A = Q_L$, де Q_B - теплота, що виділилась при охолодженні води

A - механічна енергія води при падінні;

Q_L - теплота необхідна для плавлення льоду.

$$Q_B = cm_B\Delta t, \quad A = m_Bgh, \quad Q_L = \lambda m.$$

$$cm_B\Delta t + m_Bgh = \lambda m$$

$$h = \frac{\lambda m - cm_B\Delta t}{m_Bg} = \frac{330000 \text{ Дж кг} \cdot 700 \text{ кг} - 4200 \text{ Дж кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 0,678 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C}}{0,678 \text{ м}^3 \cdot 1000 \text{ кг м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н кг}} = 480,5 \text{ м}$$

Відповідь: $h \geq 480,5 \text{ м}$

13.10 Дано:

$$\tau_1 = 1781 \text{ с}$$

$$c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж (кг} \cdot \text{К)}$$

$$\lambda = 3,34 \cdot 10^5 \text{ Дж кг}$$

$$L = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж кг}$$

$$\tau_2 = 2075 \text{ с}$$

$$R = 0; 3; 6.$$

$$\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = ?$$

Теплота, яка була передана воді під час випаровування, дорівнює корисній теплоті при спалюванні газу $Q_T = Q_1$,

$Q_T = P_1\tau_1$, $Q_1 = Lm$, де P_1 - корисна потужність плити,

τ_1 - час випаровування води. Звідси $P_1\tau_1 = Lm$.

В другому випадку корисна теплота іде на плавлення льоду, нагрівання води та її випаровування

$$P_2\tau_2 = \lambda m + cm\Delta t + Lm.$$

$$P_1 = \frac{Lm}{\tau_1}, \text{ а } P_2 = \frac{\lambda m + cm\Delta t + Lm}{\tau_2}$$

Оскільки середня температура в другому випадку нижча, то і втрати тепла менші, тому потужність більша $P_2 > P_1$, записуємо нерівність:

$$\frac{Lm}{\tau_1} < \frac{\lambda m + cm\Delta t + Lm}{\tau_2}$$

$$Lm\tau_2 < (\lambda + c\Delta t + L)m\tau_1$$

$$\tau_2 < \frac{(\lambda + c\Delta t + L)m\tau_1}{Lm}$$

$$\tau_2 < \frac{(3,34 \cdot 10^5 \text{ Дж кг} + 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C} + 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж кг}) \cdot 1781 \text{ с}}{2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж кг}} = 2375 \text{ с}$$

$$\tau_2 < 2075 \text{ с}$$

Так, як дійсний час є меншим за 2375 с, то нерозбірлива цифра 0, а шуканий час 2075 с.

Відповідь: $\tau_2 = 2075 \text{ с}$.

14.10 Дано:

$$c = 4200 \text{ Дж кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 5 \text{ хв}$$

$$T_2 = 1 \text{ год } 40 \text{ хв}$$

$$\lambda = ?$$

Відношення кількості теплоти при охолодженні води, та її замерзання до відповідних проміжків часу є потужність, яка є сталюю. Запишемо пропорцію:

$$\frac{cm\Delta t}{T_1} = \frac{\lambda m}{T_2}$$

$$\lambda = \frac{cm\Delta t T_2}{T_1 m} = \frac{4200 \text{ Дж кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C} \cdot 4 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 6000 \text{ с}}{300 \text{ с}} = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Відповідь: питома теплота плавлення льоду $3.36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

XI. ЕЛЕКТРОСТАТИКА

1.11 Дано:

$$q = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$r = 2 \text{ м}$$

$$F = 1 \text{ Н}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Н} \cdot \text{м}^2\text{)/Кл}^2$$

$$q_1 = ? \quad q_2 = ?$$

$$q = q_1 + q_2 \Rightarrow q_1 = 5 \cdot 10^{-5} - q_2$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{k(5 \cdot 10^{-5} - q_2) q_2}{r^2}$$

$$k 5 \cdot 10^{-5} - q_2 \quad q_2 = F r^2$$

$$-q_2^2 + 5 \cdot 10^{-5} q_2 = \frac{F r^2}{k}$$

$$q_2^2 - 5 \cdot 10^{-5} q_2 - \frac{4}{9} \cdot 10^{-9} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = 25 \cdot 10^{-10} + \frac{16}{9} \cdot 10^{-9} = 1.6 \cdot 10^{-9}$$

$$q_2 = \frac{5 \cdot 10^{-5} + 0.4 \cdot 10^{-5}}{2} = 2.7 \cdot 10^{-5}; \quad q_1 = \frac{5 \cdot 10^{-5} - 0.4 \cdot 10^{-5}}{2} = 2.3 \cdot 10^{-5}$$

Відповідь: $q_1 = 2.3 \cdot 10^{-5}$ Кл; $q_2 = 2.7 \cdot 10^{-5}$ Кл.

2.11 Дано:

$$m = 3 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

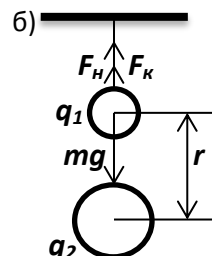
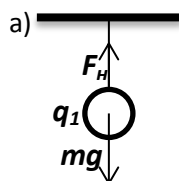
$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$q_1 = 3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Н} \cdot \text{м}^2\text{)/Кл}^2$$

$$r = ?$$



Маємо: $F_H = mg$, а після того, як знизу піднесли заряд q_2 , виникла сила Кулона, яка зменшила силу натягу нитки удвічі: $\frac{F_H}{2} = mg - F_K$. Звідси маємо:

$$mg = 2F_K \text{ або } mg = 2k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad r = \frac{2k q_1 q_2}{mg} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-8}}{3 \cdot 10^{-4} \cdot 9.8} = 0.30 \text{ м}$$

Відповідь: $r = 30$ см.

3.11 Дано:

$$q_1 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Н} \cdot \text{м}^2\text{)/Кл}^2$$

$$F - ? \quad F_1 - ?$$

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-9} \cdot -3 \cdot 10^{-9}}{(0,05)^2} = 6.48 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Після доторкання кульки будуть мати рівний заряд

$$q_1 = q_2 = 1.5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$F_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1.5 \cdot 10^{-9})^2}{(0,05)^2} = 8.1 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Відповідь: $F = 6.48 \cdot 10^{-5} \text{ Н}; F_1 = 8.1 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$

4.11 Дано:

$$q_1 = q$$

$$q_2 = 5q$$

R

k

$R_1 = ?$

Після дотику кульок заряд розподілиться порівно, тобто

$q_1 = q_2 = 3q$, а сили взаємодії за умовою задачі в обох випадках однакові: $F = F_1$.

$$\frac{k \cdot q \cdot 5q}{R^2} = \frac{k \cdot 3q \cdot 3q}{R_1^2}, \quad R_1 = \frac{\sqrt{9q^2 R^2}}{5q} = \frac{3}{5} R = \frac{3\sqrt{5}}{5} R$$

Відповідь: $R_1 = \frac{3\sqrt{5}}{5} R$

5.11 Дано:

$$m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

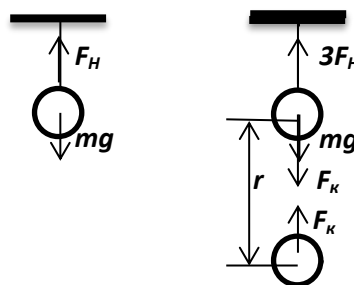
$$g = 9.8 \text{ Н/кг}$$

$$q_1 = -4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Н} \cdot \text{м}^2\text{)/Кл}^2$$

$r = ?$



Сила натягу нитки, коли на ній висить кулька, дорівнює $F_H = mg$, після того, як знизу піднесли різнойменний заряд q_2 , виникла сила Кулона, яка збільшила силу натягу нитки в три рази: $3F_H = mg + F_K$. Звідси маємо:

$$2mg = F_K \text{ або } 2mg = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad r = \frac{\sqrt{k q_1 q_2}}{2mg} = \frac{\sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} \cdot 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 9.8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} =$$

$$= 4.7 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 47 \text{ мм}$$

Відповідь: $r = 47 \text{ мм}$.

6.11 Дано:

$$q_1 = 5q$$

$$q_2 = q$$

Запишемо вираз, за яким можна обчислити силу Кулона до взаємодії.

$$F_K = k \frac{5q \cdot q}{r^2} = k \frac{5q^2}{r^2}$$

Розглянемо випадок, коли наші заряди однойменні, тоді після доторкання

$\frac{F}{F_2} = ?$

кожна кулька отримає заряд $3q$, звідси $F_1 = k \frac{3q \cdot 3q}{r^2} = k \frac{9q^2}{r^2}$

$F_1 > F_K$, що не задовольняє умову задачі.

Другий випадок - заряди різнойменні. Після дотику $q_1 = q_2 = 2q$

$$F_2 = k \frac{2q \cdot 2q}{r^2} = k \frac{4q^2}{r^2}, \quad F_2 < F_K.$$

Обчислимо у скільки разів отримали меншу силу взаємодії:

$$\frac{F}{F_2} = \frac{k5q^2}{r^2} \cdot \frac{r^2}{k4q^2} = \frac{5}{4} = 1.25$$

Відповідь: заряди різнойменні. Зменшиться в 1,25 разів.

7.11 Дано:

$$q_1 = q$$

$$q_2 = -3q$$

$$q_3 = q$$

$$r$$

$$N = ?$$

До дотику рівнодійна сил, що діє на заряд q_3 дорівнює

$$F_1 = \frac{k3q^2}{r^2} - \frac{kq^2}{4r^2} = \frac{11kq^2}{4r^2} \text{ напрямлена вліво. Заряди після дотику}$$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{(-3q+q)}{2} = -q. \text{ Рівнодійна в цьому випадку теж}$$

$$\text{напрямлена вліво і дорівнює } F_2 = \frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{4r^2} = \frac{5kq^2}{4r^2}.$$

$$\text{Тоді } N = \frac{F_1}{F_2} = \frac{11}{5} = 2.2, \text{ тобто рівнодійна зменшиться в 2,2 раза.}$$

Відповідь: сила зменшиться у 2,2 рази.

ХІІ. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

1.12 Дано:

$$l = 1000 \text{ м}$$

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$\rho = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\varrho = 0,017 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$m = ?$$

Масу провідника знаходимо за формулою $m = \rho Sl$,

а маючи опір $R = \frac{\varrho l}{S}$ знаходимо площу поперечного

перерізу $S = \frac{\varrho l}{R}$.

$$m = \frac{\rho \varrho l^2}{R}$$

$$m = \frac{8900 \cdot 0,017 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6}{2} = 75.65 \text{ кг}$$

Відповідь: маса провідника 75,65кг.

2.12 Дано:

$$l_1 = 5,5 \text{ м}$$

$$S_1 = S_2 = S$$

$$I_1 = I_2$$

$$\varrho_1 = 0,42 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$\varrho_2 = 1,1 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$$

$$l_2 = ?$$

Сила струму буде залишатися такою самою, якщо не зміниться опір, тому $R_1 = R_2$.

$$R_1 = \frac{\varrho_1 l_1}{S} \quad R_2 = \frac{\varrho_2 l_2}{S}$$

$$\frac{\varrho_1 l_1}{S} = \frac{\varrho_2 l_2}{S}$$

$$l_2 = \frac{\varrho_1 l_1}{\varrho_2}$$

$$l_2 = \frac{0,42 \cdot 5,5}{1,1} = 2.1 \text{ м}$$

Відповідь: довжина ніхромової дротини 2,1 м

3.12 Дано:

$$l_1 = 2,5l_2$$

$$d_1 = 2d_2$$

$$\rho_1 = \rho_2$$

$$R_1 : R_2 = \frac{\rho_1 l_1}{S_1} : \frac{\rho_2 l_2}{S_2}$$

$$S_1 = \pi R_1^2 = \pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 = \pi \frac{d_1^2}{4} = \frac{4\pi d_2^2}{4} = \pi d_2^2$$

$$S_1 = \pi R_2^2 = \pi \frac{d_2^2}{4}$$

$$R_1 : R_2 = ? \quad R_1 : R_2 = \frac{2,5l_2}{\pi d_2} \cdot \frac{\pi d_2}{4l_2} = \frac{2,5}{4}$$

$$R_1 : R_2 = 2,5 : 4$$

Відповідь: опір більший другого реостата в 1,6 раз.

4.12 Дано:

$$l = 800\text{м}$$

$$U_1 = 136\text{В}$$

$$U_2 = 100\text{В}$$

$$I = 4\text{А}$$

$$S = 1,2\text{мм}^2$$

$$\rho = 0,0175 \cdot 10^{-6} \text{Ом} \cdot \text{м}$$

Спад напруги на кабелі $U_1 - U_2 = U$. Загальний опір кабеля

$$R = \frac{U_1 - U_2}{I}. \text{ Опір однієї жили } R_1 = \rho \frac{l}{S_1}$$

$$n = \frac{R}{R_1} = \frac{U_1 - U_2}{I} \cdot \frac{S_1}{\rho l}$$

$$n = \frac{36 \cdot 1,2}{4 \cdot 0,017 \cdot 200} \approx 3$$

$$n = ?$$

Відповідь: у кабелі 3 мідних жили.

5.12 Дано:

$$l_1 = l_2$$

$$r_1 = 1 \text{ мм}$$

$$r_2 = 4 \text{ мм}$$

$$I_1 = 10 \text{ А}$$

$$I_2 = ?$$

Складемо рівняння теплового балансу для першої дrottини.

Кількість теплоти, що була передана дrottині, визначимо за законом

Джоуля – Ленца $Q = I_1^2 R_1 t$. Теплота пішла на нагрівання дrottини

$Q_1 = cm_1(t - t_1)$, де $m_1 = \rho V = \rho l S_1 = \rho l \pi r_1^2$, t_1 – температура плав-

лення, на плавлення дrottини $Q_2 = \lambda m = \lambda \rho l \pi r_1^2$, та в навколишнє

середовище $Q_3 = k S_1 t - t_0 = k \pi r_1^2 t - t_0$. Опір дrottини запишемо як $R_1 = \frac{\rho l}{\pi r_1^2}$

Маємо:

$$I_1^2 \frac{\rho l}{\pi r_1^2} t = c \rho l \pi r_1^2 t - t_1 + \lambda \rho l \pi r_1^2 + k \pi r_1^2 t - t_0$$

Аналогічно записуємо рівняння для другої дrottини:

$$I_2^2 \frac{\rho l}{\pi r_2^2} t = c \rho l \pi r_2^2 t - t_1 + \lambda \rho l \pi r_2^2 + k \pi r_2^2 t - t_0$$

Розв'яжемо дану систему, поділивши одне рівняння на друге.

$$\frac{I_1^2 \rho l t}{\pi r_1^2} = c \rho l \pi r_1^2 t - t_1 + \lambda \rho l \pi r_1^2 + k \pi r_1^2 t - t_0$$

$$\frac{I_2^2 \rho l t}{\pi r_2^2} = c \rho l \pi r_2^2 t - t_1 + \lambda \rho l \pi r_2^2 + k \pi r_2^2 t - t_0$$

$$\frac{I_1^2 \rho l t}{\pi r_1^2} \cdot \frac{\pi r_2^2}{I_2^2 \rho l t} = \frac{\pi r_1^2 (c \rho l t - t_1 + \lambda \rho l + k t - t_0)}{\pi r_2^2 (\rho l t - t_1 + \lambda \rho l + k t - t_0)}$$

$$\frac{I_1^2 r_2^2}{I_2^2 r_1^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow I_1^2 r_2^4 = I_2^2 r_1^4$$

$$I_2 = \frac{\sqrt{I_1^2 r_2^4}}{r_1^2} = \frac{\sqrt{100 \cdot 256}}{1} = 160 \text{ A}$$

Відповідь: $I_2 = 160 \text{ A}$.

6.12 Дано:

$$R_1 = 10 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 20 \text{ Ом}$$

$$\Delta t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = ?$$

При паралельному з'єднанні даних резисторів загальний опір кола дорівнює $R_{\text{пр}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 + R_1} = \frac{200 \text{ Ом}}{30 \text{ Ом}} = \frac{20}{3} \text{ Ом}$, сила струму $I_{\text{пр}} = \frac{U}{R} = \frac{3U}{20}$.
Якщо їх з'єднати послідовно, то $R_{\text{пос}} = R_1 + R_2 = 30 \text{ Ом}$, відповідно сила струму $I_{\text{пос}} = \frac{U}{30}$.

Кількість теплоти, що виділяється при проходженні електричного струму через резистори, знаходимо за законом Джоуля – Ленца $Q = I^2 R t$. Вся теплота іде на їх нагрівання $Q = c m \Delta t_1$. Записуємо рівняння для паралельного та послідовного з'єднання.

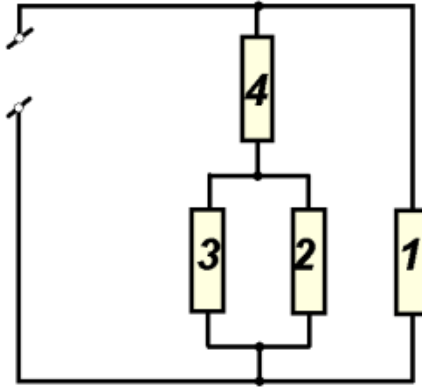
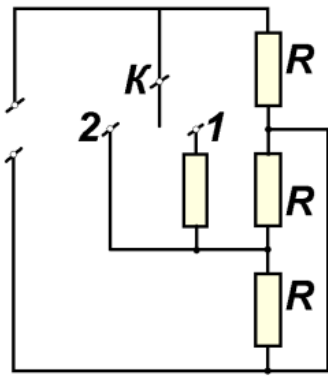
$$\begin{aligned} c m \Delta t_1 = I_{\text{пр}}^2 R_{\text{пр}} t &\Rightarrow c m \Delta t_1 = \frac{9U^2}{400} \cdot \frac{20}{3} t &\Rightarrow c m \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C} = \frac{3U^2 t}{20} \\ c m \Delta t_2 = I_{\text{пос}}^2 R_{\text{пос}} t &\Rightarrow c m \Delta t_2 = \frac{U^2}{900} \cdot 30 t &\Rightarrow c m \Delta t_2 = \frac{U^2 t}{30} \end{aligned}$$

Поділимо перше рівняння на друге.

$$\begin{aligned} \frac{c m \cdot 30 \text{ }^\circ\text{C}}{c m \Delta t_2} &= \frac{3U^2 t}{20} \cdot \frac{30}{U^2 t} \\ \frac{30}{\Delta t_2} &= \frac{9}{2} \\ \Delta t_2 &= \frac{60}{9} = 6 \frac{2}{3} \text{ }^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Відповідь: при послідовному з'єднанні резистори нагріються на $6 \frac{2}{3} \text{ }^\circ\text{C}$.

7.12 Розв'язання: Намалюємо дану схему у більш зручному для читання вигляді. Ключ в положенні 1.



Спіраль 3 і 2 з'єднана паралельно, тому їх опір $\frac{R}{2}$. Четверта з 3 і 2 послідовно: $\frac{R}{2} + R = 1.5R$. Перша з трьома іншими паралельно, тому $R_1 = \frac{1.5R \cdot R}{1.5R + R} = 0.6R$. Отже, загальний опір даного

з'єднання $0,6R$.

Якщо ключ повернути в положення 2, то матимемо таке з'єднання.

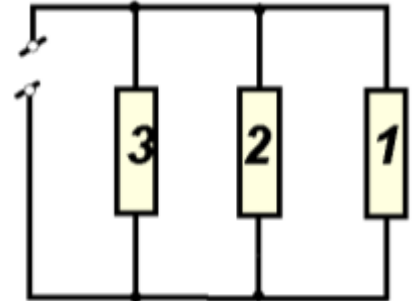
При паралельному з'єднанні трьох однакових спіралей загальний опір дорівнює $R_2 = \frac{R}{3}$.

Щоб знайти у скільки разів збільшиться потужність електропечі при переведенні перемикача з положення 1 в положення 2 необхідно знайти відношення

потужностей $\frac{P_2}{P_1}$. $P = UI = U \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{3U^2}{R} \cdot \frac{0.6R}{U^2} = 1.8$$

Відповідь: потужність електропечі зростає в 1,8 рази.



8.12 Дано:

$$\rho_M = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$$

$$\rho_P = 0,96 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = ?$$

Виконаємо малюнок, який відповідає розміщенню мідного стержня і ртуті в другому випадку мал.2.

Проаналізувавши розміщення ртуті і стержня робимо висновок, що у першому випадку маємо справу з паралельним з'єднанням, а у другому – з послідовним.

Запишемо формулу для визначення опору мідного стержня. Вона буде однакою для обох випадків, тому, що його розміри не змінюються.

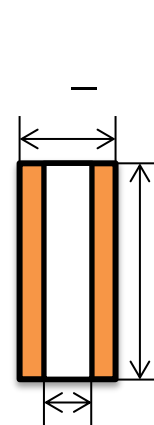
$$R_M = \frac{\rho_M l}{S_M}, \text{ де } S_M = \frac{\pi d^2}{4}. \text{ Отже, } R_M = \frac{4\rho_M l}{\pi d^2}$$

Площу ртуті знаходимо як різницю поперечного перерізу трубки та площі мідного стержня $S_P =$

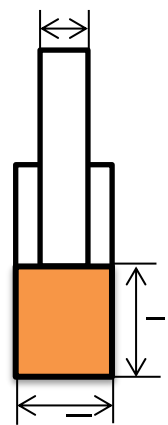
$$\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 - \pi \frac{d^2}{4} = \frac{\pi d^2}{4}$$

Тоді опір ртуті у трубці дорівнює $R_P = \frac{4\rho_P l}{\pi d^2}$.

Маючи опір обох провідників, записуємо загальний опір для паралельного з'єднання.



мал.1



мал.2

$$R_1 = \frac{R_M \cdot R_p}{R_M + R_p}$$

$$R_1 = \frac{\frac{4\varrho_M l}{\pi d^2} \cdot \frac{4\varrho_p l}{\pi d^2}}{\frac{4\varrho_M l}{\pi d^2} + \frac{4\varrho_p l}{\pi d^2}} = \frac{4\varrho_M l \cdot 4\varrho_p l}{\pi d^2 \cdot \pi d^2} \cdot \frac{\pi d^2}{4l \cdot \varrho_M + \varrho_p}$$

$$R_1 = \frac{4l\varrho_M\varrho_p}{\pi d^2 \cdot \varrho_M + \varrho_p}$$

Щоб знайти опір кола при послідовному з'єднанні, спочатку потрібно взяти висоту ртуті, коли стержень витягнули і розташували так, щоб він доторкався до її поверхні. Виходячи з того, що площі в першому випадку були рівні, то при підніманні міді висота ртуті зменшиться у два рази $\frac{l}{2}$, а площа буде рівна поперечному перерізу скляної трубки. $S_p = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$. $R_p = \frac{\varrho_p l}{S_p}$

$$R_2 = R_M + R_p = \frac{4\varrho_M l}{\pi d^2} + \frac{\varrho_p l}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{l \cdot 4\varrho_M + \varrho_p}{\pi d^2}$$

Визначаємо у скільки разів опір при послідовному з'єднанні більший ніж при паралельному.

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{l \cdot 4\varrho_M + \varrho_p}{\pi d^2} \cdot \frac{\pi d^2 \cdot \varrho_M + \varrho_p}{4l\varrho_M\varrho_p} = \frac{4\varrho_M + \varrho_p \cdot \varrho_M + \varrho_p}{4\varrho_M\varrho_p}$$

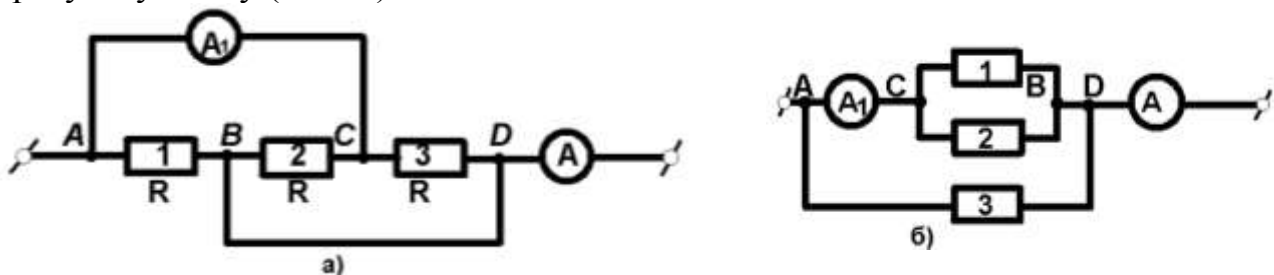
$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(4 \cdot 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м} + 0,96 \text{ мкОм} \cdot \text{м})(0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м} + 0,96 \text{ мкОм} \cdot \text{м})}{4 \cdot 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м} \cdot 0,96 \text{ мкОм} \cdot \text{м}}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = 15,4$$

Відповідь: опір системи збільшиться в 15,4 рази.

9.12 Розв'язання:

Замінімо схему, зображену в умові задачі (мал. а), на еквівалентну, але більш зрозумілу схему (мал. б).



Із цієї схеми видно, що резистори з'єднані паралельно, амперметр A_1 показує силу струму в резисторах 1 і 2 разом, а тому:

$$I = \frac{I_1}{2} \cdot 3 = 1,5 \text{ A}$$

Відповідь: амперметр A показує силу струму 1,5 А.

ДОДАТКИ

ОСНОВНІ ФОРМУЛИ

<p>Густина $\rho = \frac{m}{V}$</p> <p>Оптична сила лінзи $D = \frac{1}{F}$</p> <p>Формула тонкої лінзи $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$</p> <p>Швидкість $v = \frac{S}{t}$</p> <p>Швидкість по колу $v = \frac{2\pi R}{T}$</p> <p>Період $T = \frac{1}{n}$</p> <p>Закон Гука $F = kx$</p> <p>Сила тяжіння $F = mg$ ($g = 9.8 \frac{H}{кг}$)</p> <p>Сила тертя $F = \mu N$</p> <p>Умови рівноваги важеля $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$</p> <p>Момент сили $M = Fl$</p> <p>Тиск $p = \frac{F}{S}$</p> <p>Тиск рідини $p = \rho gh$</p> <p>Умови рівноваги рідини в гідравлічній машині $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$</p> <p>Сила Архімеда $F_A = \rho g V$</p> <p>Рухомий блок $F = \frac{P}{2}$</p> <p>Робота (механічна) $A = Fs$</p> <p>Потужність $P = \frac{A}{t}; P = Fv$</p>	<p>Потенціальна енергія $E_{\Pi} = mgh$</p> <p>Кінетична енергія $E_k = \frac{mv^2}{2}$</p> <p>Коефіцієнт корисної дії $\eta = \frac{A_{кор}}{A_{вик}}$</p> <p>Кількість теплоти Нагрівання (охолодження) $Q = cm(t_2 - t_1)$</p> <p>Згорання палива $Q = qm$</p> <p>Плавлення (кристалізація) $Q = \lambda m$</p> <p>Випаровування (конденсація) $Q = Lm$</p> <p>Закон Кулона $F = k \frac{q_1 * q_2}{r^2}$</p> <p>Сила струму $I = \frac{q}{t}$</p> <p>Напруга $U = \frac{A}{q}$</p> <p>Закон Ома $I = \frac{U}{R}$</p> <p>Опір провідника $R = \rho \frac{l}{S}$</p> <p>Послідовне з'єднання $I = I_1 = I_2$ $U = U_1 + U_2$ $R = R_1 + R_2$</p> <p>Паралельне з'єднання $U = U_1 = U_2$ $I = I_1 + I_2$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ або $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Робота $A = UIt$; $A = Pt$</p> <p>Потужність $P = \frac{A}{t}$ $P = UI$</p> <p>Закон Джоуля – Ленца (послідовне з'єднання) $Q = I^2Rt$</p> <p>(паралельне з'єднання) $Q = \frac{U^2}{R}$</p> <p>Закон Фарадея (електролізу) $m = kIt$, $m = kq$</p>	<p>Правило зміщення (α – розпад) ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He$</p> <p>($\beta$ – розпад) ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$</p> <p>Активність радіонуклідного зразка $A = \lambda N = \frac{0.69}{T} N$</p> <p>Поглинута доза йонізуючого випромінювання $D = \frac{E}{m}$</p> <p>Еквівалентна доза йонізуючого випромінювання $H = kD$</p> <p>Експозиційна доза йонізуючого випромінювання $D_{\text{експ}} = \frac{q}{m}$</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

МАТЕМАТИЧНИЙ ДОВІДНИЧОК

Довжина кола	$l = \pi D = 2\pi R$
Площа круга	$S = \frac{\pi D^2}{4} = \pi R^2$
Площа сфери	$S = 4\pi R^2$
Об'єм кулі	$V = \frac{4}{3}\pi R^3$
Об'єм прямокутного паралелепіпеда	$V = abc$
Об'єм циліндра	$V = \pi R^2 h$

ТАБЛИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Густина

1.1. Тверді тіла

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Алюміній	2700	2,7
Бетон	2200	2,2
Германій	5400	5,4
Граніт	2600	2,6
Дуб сухий	800	0,8
Золото	19300	19,3
Іридій	22400	22,4
Капрон	1140	1,14
Кремній	2400	2,4
Латунь	8500	8,5
Лід	900	0,9
Мармур	2700	2,7
Мідь	8900	8,9
Нікель	8900	8,9
Ніхром	8400	8,4
Олово	7300	7,3
Оргскло	1200	1,2
Осмій	22500	22,5
Парафін	900	0,9
Платина	21500	21,5
Поліетилен	940	0,94
Порцеляна	2300	2,3
Пробка	240	0,24
Свинець	11300	11,3
Скло	2500	2,5
Сосна суха	400	0,4
Срібло	10500	10,5
Сталь	7800	7,8
Хром	7200	7,2
Цинк	7100	7,1
Чавун	7000	7

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Пробка	240	0,24
Сосна суха	400	0,4
Дуб сухий	800	0,8
Лід	900	0,9
Парафін	900	0,9
Поліетилен	940	0,94
Капрон	1140	1,14
Оргскло	1200	1,2
Бетон	2200	2,2
Порцеляна	2300	2,3
Кремній	2400	2,4
Скло	2500	2,5
Граніт	2600	2,6
Алюміній	2700	2,7
Мармур	2700	2,7
Германій	5400	5,4
Чавун	7000	7
Цинк	7100	7,1
Хром	7200	7,2
Олово	7300	7,3
Сталь	7800	7,8
Ніхром	8400	8,4
Латунь	8500	8,5
Мідь	8900	8,9
Нікель	8900	8,9
Срібло	10500	10,5
Свинець	11300	11,3
Золото	19300	19,3
Платина	21500	21,5
Іридій	22400	22,4
Осмій	22500	22,5

1.2. Рідини

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Ацетон	790	0,79
Бензин	700	0,7
Бензол	880	0,88
Вода морська	1030	1,03
Вода чиста	1000	1,0
Гас	800	0,8
Дизпаливо	800	0,8
Ефір	710	0,71
Мастило машинне	800	0,8
Мед	1420	1,42
Нафта	800	0,8
Олія	800	0,8
Олія	900	0,9
Рідке олово (409 °C)	6830	6,83
Рідке повітря (за -194 °C)	860	0,86
Ртуть	13600	13,6
Спирт	800	0,8
Сульфатна кислота	1800	1,8

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Бензин	700	0,7
Ефір	710	0,71
Ацетон	790	0,79
Гас	800	0,8
Дизпаливо	800	0,8
Мастило машинне	800	0,8
Нафта	800	0,8
Олія	800	0,8
Спирт	800	0,8
Рідке повітря (за -194 °C)	860	0,86
Бензол	880	0,88
Олія	900	0,9
Вода чиста	1000	1,0
Вода морська	1030	1,03
Мед	1420	1,42
Сульфатна кислота	1800	1,8
Рідке олово (409 °C)	6830	6,83
Ртуть	13600	13,6

1.3. Гази

(за температури 0°C і тиску 760 мм рт. ст.)

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Азот	1,25	0,00125
Водень	0,09	0,00009
Вуглекислий газ	1,98	0,00198
Гелій	0,18	0,00018
Кисень	1,43	0,00143
Повітря	1,29	0,00129
Природний газ	0,80	0,00080
Хлор	3,21	0,00321
Чадний газ	1,25	0,00125

Речовина	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Водень	0,09	0,00009
Гелій	0,18	0,00018
Природний газ	0,80	0,00080
Азот	1,25	0,00125
Чадний газ	1,25	0,00125
Повітря	1,29	0,00129
Кисень	1,43	0,00143
Вуглекислий газ	1,98	0,00198
Хлор	3,21	0,00321

2. Коефіцієнт тертя ковзання

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

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

3. Температурний коефіцієнт лінійного розширення

Речовина	$\alpha, \frac{1}{^\circ\text{C}}$ або $\frac{1}{\text{K}}$
Алюміній	0,000024
Залізо	0,000012
Золото	0,000014
Латунь	0,000019
Мідь	0,000017
Олово	0,000027
Платина	0,000009
Скло	0,000009
Срібло	0,000019
Сталь	0,000012
Цемент	0,000014
Цинк	0,000029

Речовина	$\alpha, \frac{1}{^\circ\text{C}}$ або $\frac{1}{\text{K}}$
Платина	0,000009
Скло	0,000009
Залізо	0,000012
Сталь	0,000012
Золото	0,000014
Цемент	0,000014
Мідь	0,000017
Латунь	0,000019
Срібло	0,000019
Алюміній	0,000024
Олово	0,000027
Цинк	0,000029

4. Коефіцієнт поверхневого натягу рідин (при 20 °C)

Рідина	$\sigma, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$
Вода	73
Гас	24
Бензин	21
Мильний розчин	40
Молоко	46
Нафта	30
Ртуть	510
Спирт	22

Рідина	$\sigma, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$
Бензин	21
Спирт	22
Гас	24
Нафта	30
Мильний розчин	40
Молоко	46
Вода	73
Ртуть	510

5. Питома теплоємність речовин

5.1. Тверді тіла

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюміній	920
Графіт	750
Дерево	2400
Залізо	460
Золото	130
Латунь	400
Лід	2100
Мідь	400
Олово	230
Свинець	140
Скло	840
Срібло	250
Сталь	500
Цегла	880
Цинк	400
Чавун	540

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Золото	130
Свинець	140
Олово	230
Срібло	250
Латунь	400
Мідь	400
Цинк	400
Залізо	460
Сталь	500
Чавун	540
Графіт	750
Скло	840
Цегла	880
Алюміній	920
Лід	2100
Дерево	2400

5.2. Рідини

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюміній	1080
Вода	4200
Гас	2100
Ефір	2350
Залізо	830
Масло машинне	1680
Олія соняшникова	1700
Ртуть	140
Спирт	2500

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Ртуть	140
Залізо	830
Алюміній	1080
Масло машинне	1680
Олія соняшникова	1700
Гас	2100
Ефір	2350
Спирт	2500
Вода	4200

5.3. Гази
(за умов сталого тиску)

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Азот	1000
Водень	14300
Водяна пара	2200
Вуглекислий газ	830
Гелій	5210
Кисень	920
Повітря	1000

Речовина	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Вуглекислий газ	830
Кисень	920
Азот	1000
Повітря	1000
Водяна пара	2200
Гелій	5210
Водень	14300

5. Питома теплота згоряння палива

Паливо	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Антрацит	30
Ацетилен	50
Бензин	46
Буре вугілля	12
Водень	120
Гас	46
Деревне вугілля	34
Дерево	10
Дизельне паливо	42
Кам'яне вугілля	27
Нафта	44
Паливо для літаків	43
Порох	4
Природний газ	44
Пропан	46
Солома	14
Спирт	27
Торф	15
Тротил	15
Умовне паливо	29

Паливо	$q, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Порох	4
Дерево	10
Буре вугілля	12
Солома	14
Торф	15
Тротил	15
Кам'яне вугілля	27
Спирт	27
Умовне паливо	29
Антрацит	30
Деревне вугілля	34
Дизельне паливо	42
Паливо для літаків	43
Нафта	44
Природний газ	44
Бензин	46
Гас	46
Пропан	46
Ацетилен	50
Водень	120

6. Температура плавлення і кристалізації
(за нормального атмосферного тиску)

Речовина	$t_{пл} (t_{кр}), ^\circ\text{C}$
Алюміній	660
Водень	-256
Вольфрам	3387
Залізо	1535
Золото	1065
Лід	0
Мідь	1087
Нафталін	80
Олово	232
Парафін	55
Ртуть	-39
Свинець	327
Спирт	-115
Срібло	962
Сталь	1400
Титан	1660
Цинк	420
Чавун	1200

Речовина	$t_{пл} (t_{кр}), ^\circ\text{C}$
Водень	-256
Спирт	-115
Ртуть	-39
Лід	0
Парафін	55
Нафталін	80
Олово	232
Свинець	327
Цинк	420
Алюміній	660
Срібло	962
Золото	1065
Мідь	1087
Чавун	1200
Сталь	1400
Залізо	1535
Титан	1660
Вольфрам	3387

7. Температура кипіння і конденсації
(за нормального атмосферного тиску)

Речовина	$t_{кип} (t_{конд}), ^\circ\text{C}$
Азот	-196
Вода	100
Водень	-253
Гліцерин	290
Ефір	35
Залізо	2750
Кисень	-183
Мідь	2567
Молоко	100
Олія	310
Ртуть	357
Свинець	1740
Спирт	78

Речовина	$t_{кип} (t_{конд}), ^\circ\text{C}$
Водень	-253
Азот	-196
Кисень	-183
Ефір	35
Спирт	78
Вода	100
Молоко	100
Гліцерин	290
Олія	310
Ртуть	357
Свинець	1740
Мідь	2567
Залізо	2750

8. Питома теплота плавлення і кристалізації
(за нормального атмосферного тиску)

Речовина	$\lambda, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Алюміній	393
Водень	59
Вольфрам	185
Залізо	270
Золото	67
Кисень	14
Лід	332
Мідь	213
Олово	59
Парафін	150
Платина	113
Ртуть	12
Свинець	25
Спирт	105
Срібло	87
Сталь	84
Чавун	96

Речовина	$\lambda, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$
Ртуть	12
Кисень	14
Свинець	25
Водень	59
Олово	59
Золото	67
Сталь	84
Срібло	87
Чавун	96
Спирт	105
Платина	113
Парафін	150
Вольфрам	185
Мідь	213
Залізо	270
Лід	332
Алюміній	393

9. Питома теплота пароутворення і конденсації
(за температури кипіння і нормального атмосферного тиску)

Речовина	$L, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Аміак	1,4
Вода	2,3
Ефір	0,4
Повітря	0,2
Ртуть	0,3
Спирт	0,9

Речовина	$L, \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$
Повітря	0,2
Ртуть	0,3
Ефір	0,4
Спирт	0,9
Аміак	1,4
Вода	2,3

10. Границя міцності на розтяг і модуль пружності

Речовина	$\sigma_{\text{мц}}, \text{МПа}$	$E, \text{ГПа}$
Алюміній	100	70
Латунь	50	100
Свинець	15	15
Срібло	140	80
Сталь	500	200

Речовина	$\sigma_{\text{мц}}, \text{МПа}$	$E, \text{ГПа}$
Свинець	15	15
Латунь	50	100
Алюміній	100	70
Срібло	140	80
Сталь	500	200

16. Питомий опір
(при температурі 20 °С, * – сплав)

Речовина	$\frac{\rho, \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	$\rho, 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$	Речовина	$\frac{\rho, \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2}{\text{м}}$	$\rho, 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$
Алюміній	0,028	2,8	Срібло	0,016	1,6
Вольфрам	0,05	5	Мідь	0,017	1,7
Графіт	13	1300	Золото	0,024	2,4
Ебоніт	10 ²⁰	10 ²²	Алюміній	0,028	2,8
Залізо	0,1	10	Вольфрам	0,05	5
Золото	0,024	2,4	Латунь	0,071	7,1
Константан*	0,5	50	Залізо	0,1	10
Латунь	0,071	7,1	Платина	0,1	10
Манганін*	0,43	43	Сталь	0,12	12
Мідь	0,017	1,7	Свинець	0,21	21
Нікелін*	0,4	40	Нікелін*	0,4	40
Ніхром*	1,1	110	Манганін*	0,43	43
Платина	0,1	10	Константан*	0,5	50
Ртуть	0,96	96	Ртуть	0,96	96
Свинець	0,21	21	Ніхром*	1,1	110
Срібло	0,016	1,6	Фехраль*	1,3	130
Сталь	0,12	12	Графіт	13	1300
Фарфор (порцеляна)	10 ¹⁹	10 ²¹	Фарфор (порцеляна)	10 ¹⁹	10 ²¹
Фехраль*	1,3	130	Ебоніт	10 ²⁰	10 ²²

17. Електрохімічний еквівалент

Речовина	$k, \frac{\text{мг}}{\text{Кл}}$
Алюміній (Al ³⁺)	0,09
Водень (H ⁺)	0,01
Залізо (Fe ³⁺)	0,19
Кисень (O ²⁻)	0,08
Мідь (Cu ⁺)	0,66
Мідь (Cu ²⁺)	0,33
Нікель (Ni ²⁺)	0,30
Олово (Sn ²⁺)	0,62
Срібло (Ag ⁺)	1,10
Хром (Cr ³⁺)	0,18
Цинк (Zn ²⁺)	0,34

Речовина	$k, \frac{\text{мг}}{\text{Кл}}$
Водень (H ⁺)	0,01
Кисень (O ²⁻)	0,08
Алюміній (Al ³⁺)	0,09
Хром (Cr ³⁺)	0,18
Залізо (Fe ³⁺)	0,19
Нікель (Ni ²⁺)	0,30
Мідь (Cu ²⁺)	0,33
Цинк (Zn ²⁺)	0,34
Олово (Sn ²⁺)	0,62
Мідь (Cu ⁺)	0,66
Срібло (Ag ⁺)	1,10

18. Період напіврозпаду

Речовина	T
Каліфорній	55 діб
Кобальт	5,26 року
Полоній	$3 \cdot 10^{-7}$ с
Радій	1622 роки
Радон	52 с
Стронцій	27 років
Торій	$1,4 \cdot 10^{10}$ років
Уран	$4,5 \cdot 10^9$ років

Речовина	T
Полоній	$3 \cdot 10^{-7}$ с
Радон	52 с
Каліфорній	55 діб
Кобальт	5,26 року
Стронцій	27 років
Радій	1622 роки
Уран	$4,5 \cdot 10^9$ років
Торій	$1,4 \cdot 10^{10}$ років

20. Відомості про Сонце, Землю, Місяць (середні значення)

Радіус Сонця	$6,96 \cdot 10^8$ м
Маса Сонця	$1,99 \cdot 10^{30}$ кг
Радіус Землі	$6,371 \cdot 10^6$ м
Маса Землі	$5,976 \cdot 10^{24}$ кг
Період обертання Землі навколо своєї осі	23 год 56 хв 4,09 с
Прискорення вільного падіння	$9,80665 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
Нормальний атмосферний тиск	101325 Па
Молярна маса повітря	$0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
Відстань від Землі до Сонця	$1,496 \cdot 10^{11}$ м
Радіус Місяця	$1,737 \cdot 10^6$ м
Маса Місяця	$7,35 \cdot 10^{22}$ кг
Період обертання Місяця навколо Землі	27 діб 7 год 43 хв
Прискорення вільного падіння на поверхні Місяця	$1,623 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
Відстань від Місяця до Землі	$3,844 \cdot 10^8$ м

**Множники та приставки для утворення кратних
та дольних одиниць та їх найменування**

Приставка		Множник
Найменування	Позначення	
Екса	Е	10^{18}
Пета	П	10^{15}
Тера	Т	10^{12}
Гіга	Г	10^9
Мега	М	10^6
Кіло	к	10^3
Деци	д	10^{-1}
Санти	с	10^{-2}
Мілі	м	10^{-3}
Мікро	мк	10^{-6}
Нано	н	10^{-9}
Піко	п	10^{-12}
Фемта	ф	10^{-15}
Атто	а	10^{-18}

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Остап Гончар, Дидактичні матеріали для тематичного контролю знань з фізики 7-8 клас, Тернопіль «Підручники & посібники» 2002.
2. І. М. Гельфгат, Фізика 7 клас, збірник задач, «Ранок» 2010.
3. Зеновій Дубас, Фізика 7 клас збірник різнорівневих завдань, Тернопіль «Підручники & посібники» 2005.
4. Никитюк В.М. Фізичні таблиці, Локачі 2010.
5. Завдання районних та обласних олімпіад з фізики 1999-2012 років 7-9 класи.

