

С.А. Полетило

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ
ДЛЯ 7-ГО КЛАСУ**

*Навчальний посібник для учнів
загальноосвітніх навчальних закладів*

Луцьк – 2022 рік

УДК 53 – 028.77 (075.8)

П – 50

*Рекомендовано до друку вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки*

(протокол №13 від 28 грудня 2021 року)

Рецензенти:

Андрущак І.Є. – доктор технічних наук, професор, професор кафедри інженерії програмного забезпечення Луцького національного технічного університету;

Муляр В.П. – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Левицька І.П. – вчитель фізики Луцького навчально-виховного комплексу № 26.

Полетило С.А.

П – 49 Експериментальні задачі з фізики для 7-го класу [Текст] : навч. посіб. для учнів / Сергій Андрійович Полетило. – Луцьк: ФОП Іванюк В.П., 2022. – 138 с.

Навчальний посібник містить близько 200 експериментальних задач, які охоплюють всі теми курсу фізики 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. До кожної задачі пропонується розв'язок. Задачі, наведені у посібнику, не потребують надто складного фізичного устаткування, орієнтовані на обладнання, яке є в кожному фізичному кабінеті.

Посібник призначений для учнів 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Його успішно можуть використовувати вчителі фізики та студенти, які пов'язують свою майбутню діяльність з роботою вчителя фізики.

УДК 53 – 028.77 (075.8)

ISBN 978-617-7977-80-2

© Полетило С. А, 2022.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
Розділ 1. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. ПІЗНАННЯ ПРИРОДИ	13
1.1. Речовина і поле. Основні положення атомно-молекулярного вчення. Початкові відомості про будову речовини	13
1.2. Фізичні тіла й фізичні явища. Фізичні величини та їх вимірювання	14
Розділ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ	17
2.1. Механічний рух. Відносність руху. Тіло відліку. Система відліку. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення	17
2.2. Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість руху. Графіки руху	18
2.3. Прямолінійний нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху	19
2.4. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період обертання	20
2.5. Коливальний рух. Амплітуда коливань. Період і частота коливань. Маятники	21
Розділ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА	24
3.1. Явище інерції. Інертність тіла. Маса тіла. Густина речовини ..	24

3.2. Взаємодія тіл. Сила. Деформація. Сила пружності.	
Закон Гука. Динамометр	27
3.3. Додавання сил. Рівнодійна. Графічне зображення сил	29
3.4. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість	30
3.5. Тертя. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання.	
Тертя в природі й техніці	31
3.6. Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску	32
3.7. Тиск рідин і газів. Закон Паскаля. Сполучені посудини.	
Манометри	33
3.8. Атмосферний тиск. Вимірювання атмосферного тиску.	
Барометри	35
3.9. Виштовхувальна сила в рідинах і газах. Закон Архімеда	37
Розділ 4. МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ	39
4.1. Механічна робота. Потужність. Механічна енергія та її види	39
4.2. Закон збереження енергії в механічних процесах та його практичне застосування	40
4.3. Прості механізми. Момент сили. Важіль. Умова рівноваги важеля	42
4.4. Коефіцієнт корисної дії простих механізмів	43
РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ	45
ВИСНОВКИ	133
Список використаних джерел	136

ПЕРЕДМОВА

Шановні семикласники.

Перед тим, як перейти до розв'язування експериментальних задач, автор хоче переконати Вас у необхідності та важливості вивчення фізики.

Отож, фізика як навчальна дисципліна запроваджена у всіх, без винятку, школах цивілізованого світу. Потреба у її вивченні викликана багатьма факторами. Перший з них: фізика є основою сучасної техніки. До сучасної техніки відносимо комп'ютери, космічні апарати, літаки, автомобілі, підводні човни, лазерні установки, прилади нічного бачення, мобільні пристрої, навігатори, телебачення, атомні електростанції тощо.

Другий фактор: рух об'єктів та явищ природи у фізиці описують рівняннями, які дають змогу передбачити особливості протікання явища (чи руху) на багато років вперед або встановити, як явище протікало 100 років тому.

- Приклади: 1) з'ясувати де буде планета (чи супутник) через 5 років;
2) обґрунтувати зміну температури Землі через 50 років;
3) встановити на скільки років вистачить енергоресурсів нашої планети;
4) визначити зміну рівня радіації потерпілих зон.

Третій фактор: фізика в змозі дослідити невидимий для ока людини світ.

- Приклади: 1) дослідити космічний простір;
2) заглянути в глибини світового океану;
3) побачити молекули важких металів (з допомогою електронного мікроскопу);

- 4) ідентифікувати людей за їх ДНК;
- 5) встановити що відбувається в середині провідників із струмом;
- 6) проникнути в середину планети Земля;
- 7) обґрунтувати поширення електромагнітних хвиль у просторі.

Четвертий фактор: більшість фактів таких наук як біологія, географія, медицина та інших пояснюється на основі здобутків фізики.

Приклади: 1) дослідити існування магнітного поля Землі та його особливості;

- 2) встановити поклади заліза, вугілля, міді, вольфраму тощо;
- 3) продіагностувати людину на наявність у неї хвороби (комп'ютерні томографи, апарати ультразвукової діагностики, рентген тощо);
- 4) точно встановити місцеперебування корабля, підводного човна, літака;
- 5) передбачити землетруси, цунамі, приливи та відпливи.

П'ятий фактор: фізика забезпечує розробку установок та приладів для потреб різних наук.

- Приклади: 1) телескопи – для астрономії;
- 2) пристрої діагностики та лікування – для медицини;
 - 3) компаси та навігатори – для географії, автомобілебудування, оборонної галузі, авіації тощо;
 - 4) спектрографи – для хімії, криміналістики, митної справи;
 - 5) радіолокатори – для авіації, оборонної галузі, космонавтики, метрології;
 - 6) ракетні двигуни – для космонавтики, оборонної галузі;

7) безпілотні апарати – для біології, лісового господарства, пожежної справи, оборонної галузі тощо;

8) сучасна зброя – для оборонної галузі.

Шостий фактор: завдяки величезному числу відкриттів фізика сприяє становленню інших наук, таких наук, як біофізика; фізична хімія; астрофізика, фізична географія та інших.

Сьомий фактор: створити такі матеріали, яких не існує в природі.

Автор наводить лише кілька факторів та ілюструє окремі приклади, які підтверджують важливість вивчення фізики. Варто зауважити, що фізика, як наука про природу, спрямована на покращення життя людей у всьому світі, тобто є гуманною наукою, яка сіє добро для кожної людини планети Земля.

Цінність розв'язування експериментальних задач

Фізика як наука сформувалась завдяки синтезу теоретичних здобутків та експериментальних відкриттів. Очевидно, що якість навчання кожного учня з фізики залежить як від оволодіння теоретичним матеріалом, так і від вмінь виконувати фізичні експерименти. Фізичний експеримент, який супроводжує весь курс вивчення фізики, забезпечує (разом із лабораторними роботами, позаурочним експериментуванням) основи експериментування семикласників. Для того, щоб набуті кожним експериментальні знання могли застосовуватися в буденному житті, необхідно їх міцно засвоїти і набути умінь експериментування. Це забезпечить високу якість Ваших фізичних знань: окрім теорії Ви набудете експериментальних умінь, дослідницьких навичок, особистого досвіду експериментальної діяльності. Досвід розв'язування експериментальних задач забезпечує правильне вирішення складних життєвих проблем.

Експериментальні задачі це такі, дані для отримання розв'язку яких беруться з експерименту.

Експериментальні задачі цікаві учням, адже ілюструють місце теорії на практиці. Їх розв'язування переконує кожного в тому, що знання з фізики конче необхідні в житті.

Не існує методу, окрім розв'язування задач, який дає змогу з'ясувати рівень знань кожного. Оскільки фізика поєднує теорію і експеримент, то окрім задач теоретичного плану (кількісних, якісних, графічних), якість засвоєння фізики визначається і експериментальними задачами. Отже, потреба в них беззаперечна.

Навчаючись природознавству, читаючи науково-популярну літературу, із засобів масової інформації Ви вже набули, хоча ще не усвідомили, умінь експериментувати. Низка фізичних задач Вами може бути успішно розв'язана, хоча Ви ще не вивчали фізику. Наведу окремі експериментальні задачі.

Задача. Назвіть тіла і вкажіть на речовини, з яких вони складаються.

Обладнання: 1) склянка з водою; 2) лінійка; 3) олівець; 4) калькулятор; 5) механічний секундомір; 6) термометр; 7) колба, закрита гумовим корком.

Розв'язування. Тіла: 1) скло, вода; 2) лінійка; 3) олівець; 4) калькулятор; 5) механічний секундомір; 6) колба, корок.

Речовини: 1) скло, вода; 2) дерево (або пластмаса, або метал); 3) дерево, графіт; 4) скло, пластмаса, метал (деталі калькулятора); 5) скло, залізо (корпус та механізм керування), латунь (механізм годинника); 6) скло, пластмаса, спирт, фарба; 7) скло, гума, повітря.

Задача. Відділіть природні речовини від штучних.

Обладнання: каучук; машинне масло; молоко; поліетилен; барвник; вода; пісок; гума; пігулка валідолу; пластмаса.

Розв'язування. Природні: каучук; молоко; вода; пісок. Штучні: машинне мастило; поліетилен; барвник; гума; пластмаса.

Задача. Розділити крупинку марганцевокислого калію на мільярд частинок.

Обладнання: крупинка марганцевокислого калію; дві склянки; колба з водою; скляна трубка.

Розв'язування. В склянку кидають крупинку марганцевокислого калію і заливають водою. Скляною трубкою розмішують воду, доки крупинка не розчиниться у воді. Частину зафарбованої води переливають у іншу склянку і заливають водою з колби. Розчин стає світлішим. Надливають більшу частину світлішого розчину і доливають склянку чистою водою. Аналогічно роблять 4 – 5 разів. Стверджують про подільність речовин.

Задача. Примусити тіло обертатись.

Обладнання: лист фольги; олівець; ножиці; цвях; лінійка.

Розв'язування. На листку фольги олівцем малюють коло; ножицями вирізають круг і цвяхом роблять отвір в центрі круга (центр шукають як точку перетину двох діаметрів кола). З круга виготовляють турбіну (вітряк), яка може обертатись навколо цвяха. Якщо на турбіну подути, вона почне обертатись.

Задача. Показати, що тіла взаємодіють між собою.

Обладнання: суха серветка; гребінець.

Розв'язування. Із серветки наривають дрібні клаптики. Гребінцем розчісують волосся і підносять його до клаптиків паперу. Помічають, що клаптики паперу притягуються до гребінця: гребінець та клаптики паперу взаємодіють.

Задача. Довести, що занурене у воду тіло виштовхується.

Обладнання: посудина з водою; пластмасова кулька для гри в настільний теніс.

Розв'язування. Рукою занурюють кульку на дно посудини з водою і відпускають. Кулька піднімається вгору. Отже, кулька виштовхується з води.

Задача. Примусити тіло плавати.

Обладнання: лист металевої фольги; посудина з водою; ножиці.

Розв'язування. Кладуть лист металевої фольги на воду і помічають, що він тоне.

Із фольги виготовляють «човник» у формі паралелепіпеда. Кладуть «човник» на воду, помічають, що він плаває.

Задача. Довести, що занурене у воду тіло виштовхується.

Обладнання: пружина; цеглина; нитка; посудина з водою; лінійка.

Розв'язування. Цеглину обмотують ниткою так, щоб її можна було підвісити. Один кінець пружини тримають рукою, а до другого підвішують цеглину. Помічають видовження пружини. Лінійкою вимірюють довжину пружини.

Опускають підвішену цеглину у воду. Помічають, що видовження пружини зменшилось. Другий раз вимірюють лінійкою довжину пружини. Стверджують, що цеглина з води виштовхується.

Задача. Показати, що тіла взаємодіють між собою.

Обладнання: компас; сталевий цвях.

Розв'язування. Кладуть на стіл компас і з'ясовують, що синій колір стрілки показує на північ, а червоний – на південь. Стрілка компаса встановлюється нерухомою. Підносять до стрілки сталевий цвях і помічають,

що стрілка повернулася. Роблять висновок: магнітна стрілка і цвях між собою взаємодіють.

Задача. Примусити струмінь води відхилитися, не торкаючись води.

Обладнання: водопровідний кран; скляна паличка; папір.

Розв'язування. Легенько відкривають водопровідний кран. Спостерігають, що вода витікає тоненьким струменем. Скляну паличку натирають папером і наближають (не торкаючись) до струменя. Помічають відхилення струменя.

Із наведених з розв'язками експериментальних задач з фізики видно, що вони характеризуються однаковою структурою. Формулюється проблема (завдання), яку потрібно вирішити, пропонуються цілком конкретні для її розв'язання прилади і матеріали (обладнання). Саме розв'язання потребує двох факторів: 1) умінь працювати з фізичними приладами; 2) знати теоретичний матеріал конкретної теми (в якій розглядається експериментальна задача).

У наведеній нижче сукупності експериментальних задач будуть і такі, розв'язання яких потребує знання певних формул, вмінь розв'язувати рівняння, системи рівнянь. Тут у пригоді будуть знання з математики.

Якщо Ви зустрілись із труднощами при розв'язуванні певної задачі, ще раз прочитайте теоретичний матеріал з підручника. Задачі розташовані за темами підручника, тому Ви легко будете орієнтуватись у тому, який матеріал потрібно переглянути. Якщо і тоді є труднощі, відкладіть задачу на певний час, а потім знову спробуйте її розв'язати. Не прагніть відразу ознайомитись із розв'язком, адже Ваша ідея розв'язування може бути більш логічна і оригінальна.

Наведені приклади повинні зацікавити Вас, активізувати Вас до пошуку розв'язків, стимулювати наполегливість та сміливість. Ваші думки здатні

вирішити будь-яку життєву проблему. Цьому Вам допоможуть і експериментальні задачі. Вірте в себе.

Шановні семикласники.



Під час виконання домашніх завдань з фізики розв'яжіть, кожного разу, хоча б одну із пропонованого збірника експериментальних задач. Впевнений, що Ваші знання набудуть нової якості.

Пам'ятайте, сумління завжди виправдовується.

Успіхів Вам, наснаги і терпіння.

Автор

Розділ 1. ФІЗИКА ЯК ПРИРОДНИЧА НАУКА. ПІЗНАННЯ ПРИРОДИ

1.1. Речовина і поле. Основні положення атомно-молекулярного вчення. Початкові відомості про будову атома

Задача № 1. Визначити скільки зернин пшона в стакані.

Обладнання: два однакові стакани: один порожній, інший – із пшоном; столова ложка.

Задача № 2. Довести, що при нагріванні повітря розширюється.

Обладнання: колба, закрита корком із вставленою в нього трубкою; стакан з водою.

Задача № 3. Довести, що при нагріванні повітря розширюється.

Обладнання: пластикова пляшка (1 л); надувна гумова кулька; настільна лампа.

Задача № 4. Визначити товщину одного листка підручника.

Обладнання: підручник; лінійка.

Задача № 5. Знайти діаметр дроту.

Обладнання: учнівська лінійка; моток дроту; олівець.

Задача № 6. Точно з'ясувати діаметр горошини.

Обладнання: стаканчик з горохом; лінійка.

Задача № 7. Визначити об'єм однієї краплі води.

Обладнання: мензурка; піпетка; стакан з водою.

Задача № 8. Визначити об'єм однієї краплі води.

Обладнання: чайна ложка (місткістю 6 мл); піпетка; посудина з водою.

1.2. Фізичні тіла й фізичні явища. Фізичні величини та їх вимірювання

Задача № 9. Довести, що повітря займає увесь наданий йому об'єм.

Обладнання: дві гумові надувні кульки; скляна трубка з краном посередині.

Задача № 10. Перевірити, чи поверхня столу є горизонтальна.

Обладнання: стіл; півлітрова пляшка з-під мінеральної води; вода.

Задача № 11. Знайти центр паперового круга.

Обладнання: паперовий круг.

Задача № 12. Які явища можна продемонструвати за допомогою тіл ?

Обладнання: маленький дзвінок; скляна призма.

Задача № 13. Які явища можна продемонструвати з допомогою тіл ?

Обладнання: свічка; сірники.

Задача № 14. Які явища спостерігаються в роботі з комп'ютером ?

Обладнання: комп'ютер.

Задача № 15. Які явища можна ілюструвати ?

Обладнання: лупа; джерело струму і лампочка (на підставці).

Задача № 16. Які явища можна ілюструвати ?

Обладнання: дві смужки із целофану.

Задача № 17. Отримати проміжок часу 0,5 секунди.

Обладнання: метроном; секундомір.

Задача № 18. Точно визначити діаметр кулі.

Обладнання: два бруски; лінійка.

Задача № 19. Визначити довжину кільця «шляпки» гвинта.

Обладнання: гвинт; лінійка.

Задача № 20. Визначити довжину кільця «шляпки» гвинта.

Обладнання: лінійка; гвинт.

Задача № 21. Визначити діаметр м'яча.

Обладнання: посудина з водою; лінійка.

Задача № 22. Побудувати на папері два концентричні кола, радіуси яких відрізняються в два рази.

Обладнання: дерев'яна дощечка; булавка; нитка; олівець.

Задача № 23. Визначити площу поперечного перерізу цвяха.

Обладнання: цвях; міліметрова лінійка; нитка.

Задача № 24. Знайти площу шматка жерсті неправильної форми.

Обладнання: терези з важками; шматок жерсті неправильної форми; шматок жерсті з такого ж матеріалу і відомою площею.

Задача № 25. Визначити об'єм цвяшка.

Обладнання: сірникова коробочка з цвяшками; мензурка з водою.

Задача № 26. Розділити воду порівну між двома різними за об'ємом посудинами.

Обладнання: два циліндричні стакани різних розмірів і об'ємів, більший з яких повністю заповнений водою.

Задача № 27. Налити в 5-ти літрову банку 4 літри води.

Обладнання: трілітрова та п'ятилітрові банки; вода.

Задача № 28. Знайти об'єм тіла неправильної форми.

Обладнання: літрова пляшка з-під мінеральної води; лінійка; нитка; ножиці; вода.

Задача № 29. Виготовити домашню мензурку.

Обладнання: десертна ложка (12,05 мл); чайна ложка (6 мл); склянка; фломастер; посудина з водою.

Задача № 30. Визначити внутрішній об'єм пляшки.

Обладнання: пляшка; посудина з водою; лінійка.



Розділ 2. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

2.1. Механічний рух. Відносність руху. Тіло відліку. Система відліку. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях. Переміщення

Задача № 31. Брусок, на якому знаходиться тягарець, тягнуть з допомогою гачка. Вказати тіла, відносно яких тіл брусок нерухомий, а відносно яких – рухомий.

Обладнання: брусок; тягарець; сталевий гачок.

Задача № 32. Брусок вільно ковзає по похилій площині. Визначити тіла відліку, відносно яких брусок нерухомий, та тіла відліку відносно яких брусок рухомий.

Обладнання: похила площина; брусок; фломастер.

Задача № 33. М'яч котиться по поверхні столу фізичного кабінету. Відносно яких тіл м'яч можна вважати матеріальною точкою ?

Обладнання: м'яч; рулетка.

Задача № 34. Точно виміряти шлях від міста Луцька до міста Києва.

Обладнання: автомобільна мапа; курвіметр.

Задача № 35. Порівняти шлях між містом Луцьк та містом Києвом із переміщенням між цими містами.

Обладнання: курвіметр; лінійка; мапа України; транспортир.

Задача № 36. Циліндр котиться по поверхні столу. Зобразити траєкторію руху точки на його зовнішній поверхні та траєкторію руху центра циліндра.

Обладнання: циліндр; крейда.

Задача № 37. На горизонтальну платформу, що може рухатись на колесах, встановлено іграшковий автомобіль. Дослідити випадки, коли іграшковий автомобіль рухається, а коли – нерухомий.

Обладнання: горизонтальна платформа на колесах; іграшковий автомобіль; стрілка-показчик.

Задача № 38. Обрати систему відліку, щоб тіло на поверхні Землі було нерухомим.

Обладнання: глобус; лінійка.

Задача № 39. Обрати систему відліку, щоб нерухоме на Землі тіло рухалося по колу.

Обладнання: глобус; лінійка.

Задача № 40. Показати кілька випадків відносного руху.

Обладнання: платформа на колесах; іграшковий автомобіль; стрілка на підставці.

Задача № 41. Обрати систему відліку для випадку руху іграшкового автомобіля по периметру кришки столу з однаковою за величиною швидкістю.

Показати на малюнку, де буде тіло через 10 с, 20 с, 30 с, 40 с.

Обладнання: іграшковий автомобіль; секундомір; лінійка.

Задача № 42. Дослідити траєкторію рухомих об'єктів.

Обладнання: штатив; нитка; стальна кулька.

2.2. Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість руху.

Графіки руху

Задача № 43. Визначити швидкість руху учня вздовж класу.

Обладнання: рулетка; секундомір.

Задача № 44. Визначити швидкість руху кінця хвилинної стрілки механічного годинника.

Обладнання: механічний годинник; лінійка.

Задача № 45. Продемонструвати рівномірний прямолінійний рух.

Обладнання: брусок; котушка швейних ниток.

Задача № 46. Дослідити рух, який здійснює повітряна бульбашка, спливаючи у скляній трубці, наповненій водою. Побудувати графік шляху та графік швидкості рухомої бульбашки.

Обладнання: скляна трубка із запаяним з одного боку кінцем довжиною 1 м; корок; лінійка; посудина з водою; метроном, ізоляційна стрічка; ножиці.

Задача № 47. Дослідити рух кульки в рідині. Побудувати графік шляху та графік швидкості кульки, яка рухається в рідині.

Обладнання: скляна трубка довжиною 1 м; 2 корка; вода; стальна кулька (діаметр якої менше діаметра трубки); метроном; ізоляційна стрічка; ножиці; лінійка.

Задача № 48. Дві кулі різної маси закріплені на кінцях тонкого стержня. Стержень підвісили з допомогою нитки на штативі так, щоб він перебував у горизонтальній площині, і примусили його обертатись. Порівняти періоди та швидкості обертання куль.

Обладнання: дві кулі різної маси з отворами; металевий стержень; нитка; штатив; лінійка; секундомір.

2.3. Прямолінійний нерівномірний рух. Середня швидкість нерівномірного руху

Задача № 49. Довести, що рух кульки по похилому жолобу є нерівномірний.

Обладнання: штатив; довгий жолоб; стальна кулька; крейда; метроном.

Задача № 50. Визначити середню швидкість кульки, яка скочується по похилому жолобу.

Обладнання: штатив; жолоб; стальна кулька; лінійка, секундомір.

Задача № 51. Визначити середню швидкість руху тягарця, підвішеного на пружині.

Обладнання: штатив; пружина; тягарець вагою 1 Н; лінійка; секундомір.

Задача № 52. Визначити середню швидкість руху підвішеної на нитці кульки, яка обертається в горизонтальній площині.

Обладнання: стальна кулька; нитка; лінійка; секундомір.

Задача № 53. Визначити середню швидкість руху підвішеної на нитці кульки, яка здійснює коливальні рухи по дузі. Довжина дуги становить четверту частину довжини кола, по якому могла б рухатись кулька у вертикальній площині.

Обладнання: штатив; нитка; стальна кулька; транспортер.

2.4. Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Період обертання

Задача № 54. Визначити середній період обертання тенісної кульки, яка скочується по похилому жолобу.

Обладнання: жолоб; підручники; тенісна кулька; фломастер; секундомір.

Задача № 55. Визначити період та частоту обертання прив'язаної до нитки кульки, яку рівномірно обертають по колу.

Обладнання: кулька; нитка; секундомір.

Задача № 56. Визначити період обертання кульки та її швидкість для двох різних випадків обертання.

Обладнання: нитка; кулька; секундомір; аркуш паперу з двома концентричними колами; лінійка.

Задача № 57. Визначити та порівняти періоди обертання та швидкості двох точок, нанесених вздовж радіуса на диску, що обертається у вертикальній площині.

Обладнання: диск (з картону, дерева чи металу) з отвором в центрі; цвяшок; лінійка; крейда; секундомір.

2.5. Коливальний рух. Амплітуда коливань. Період і частота коливань. Маятники

Задача № 58. Визначити кількість пульсацій серця за одну хвилину (пульс).

Обладнання: пісочний годинник (2 хвилини).

Задача № 59. Визначити амплітуду, період та частоту коливань нитяного маятника.

Обладнання: нитка; металева кулька з гачком чи з отвором (або металева гайка); лінійка; секундомір.

Задача № 60. Визначити амплітуду, період і частоту коливання пружинного маятника.

Обладнання: штатив; пружина; лінійка; тягарець 1Н; секундомір.

Задача № 61. Визначити частоту пульсації та період коливання серця людини.

Обладнання: секундомір.

Задача № 62. Виготовити два нитяних маятника та порівняйте їх періоди і частоти коливань.

Обладнання: кулька; котушка ниток; секундомір, лінійка; штатив.

Задача № 63. Виготовити два маятники і порівняти їх періоди.

Обладнання: пружина; набір тягарців вагою 1 Н кожний; лінійка; секундомір; штатив.

Задача № 64. Порівняти періоди та частоти коливань нитяного та пружинного маятників.

Обладнання: нитка; пружина; кулька; секундомір; штатив; лінійка; два тягарці вагою 1 Н кожний.

Задача № 65. Порівняти періоди коливань не навантажених і навантажених терезів.

Обладнання: терези; набір тягарців до терезів; дві однакові гирі масою по 50 грамів кожна; секундомір.

Задача № 66. Знайти період коливання водяного стовпа.

Обладнання: гумовий шланг довжиною 50 см; дві скляні трубки такого діаметра, як отвір шлангу; посудина з водою; секундомір.

Задача № 67. Визначити період коливання магнітної стрілки.

Обладнання: магнітна стрілка на підставці; секундомір.

Задача № 68. Визначити частоту коливань кульки.

Обладнання: штатив; вгнутий жолоб; стальна кулька; секундомір; крейда.

Задача № 69. Визначити період коливань ніжок камертона.

Обладнання: камертон; молоточок.

Задача № 70. Запропонувати два способи знаходження періоду обертання стальної кульки, підвішеної на нитці, в горизонтальній площині.

Обладнання: нитка; стальна кулька; секундомір; ліхтарик; екран.



Розділ 3. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛА

3.1. Явище інерції. Інертність тіла. Маса тіла.

Густина речовин

Задача № 71. Довести, що для явища інерції характерним є збереження швидкості.

Обладнання: іграшковий автомобіль; брусок; підручник.

Задача № 72. Довести, що для явища інерції характерним є збереження швидкості.

Обладнання: циліндричний скляний стакан; смужка паперу довжиною 30 см; монета.

Задача № 73. Довести існування явища інерції.

Обладнання: легко рухомий візок; брусок.

Задача № 74. Встановити метал, з якого виготовлено дріт.

Обладнання: моток дроту; рулетка; учнівська лінійка, терези з важками.

Задача № 75. Визначити масу однієї краплини води.

Обладнання: піпетка; стакан з водою; мензурка; лінійка.

Задача № 76. Встановити метал, з якого виготовлене тіло.

Обладнання: мензурка з водою, нитка, терези з набором важків, підручник.

Задача № 77. Визначити товщину алюмінієвої фольги.

Обладнання: алюмінієва фольга прямокутної форми; учнівська лінійка; терези з набором важків; підручник.

Задача № 78. Визначити, до якого рівня підніметься вода в мензурці, якщо в неї опустити деталь із заліза.

Обладнання: терези з важками; деталь із заліза; нитка; мензурка з водою.

Задача № 79 Порівняти маси двох брусків: мідного та алюмінієвого.

Обладнання: лінійка; підручник.

Задача № 80. Визначити довжину латунного стержня, який повністю займає висвердлений у дерев'яному бруску отвір.

Обладнання: дерев'яний брусок із вставленим у висвердлений у ньому глухий отвір латунним стержнем; штангенциркуль; терези; набір важків.

Задача № 81. Визначити довжину мідного дроту в мотку, не розмотуючи його.

Обладнання: моток мідного дроту; терези з важками; штангенциркуль; підручник.

Задача № 82. Визначити довжину дроту в мотку, не розмотуючи його.

Обладнання: моток дроту; мензурка з водою; лінійка; олівець.

Задача № 83. Є 8 кульок, кожна виготовлена з однакового матеріалу, однакові за розміром і виглядом матеріалу. Одна з кульок має порожнину. За допомогою двох зважувань знайти кульку з порожниною (кульки можна виготовити з пластиліну, в одну з яких помістити залізну гайку)[6, с.39].

Обладнання: терези.

Задача № 84. Визначити об'єм алюмінієвого тіла складної форми.

Обладнання: тіло складної форми; терези з важками; підручник.

Задача № 85. Знайти об'єм каменя та його густину.

Обладнання: камінь; динамометр; посудина з водою.

Задача № 86. Визначити матеріал, з якого зроблено деталь.

Обладнання: деталь; терези з важками; мензурка з водою; підручник.

Задача № 87. Визначити об'єм порожнини скляної кулі.

Обладнання: скляна куля, що має порожнину; терези з важками; мензурка з водою; підручник.

Задача № 88. Визначити об'єм склянки.

Обладнання: досліджувана склянка; терези з важками; вода.

Задача № 89. Визначити площу картонної фігури неправильної форми.

Обладнання: лист картону; олівець; терези з важками; ножиці; лінійка.

Задача № 90. Знайти густину шматочка дерева.

Обладнання: шматочок дерева; мензурка з водою; тонка шпиця.

Задача № 91. Визначити густину піску.

Обладнання: мензурка; пробірка; посудина з водою; стаканчик з піском.

Задача № 92. Визначити густину невідомої рідини.

Обладнання: мензурка з водою; стакан з водою; стакан з невідомою рідиною; лінійка; пробірка [6, с.39].

Задача № 93. Визначити густину рідини.

Обладнання: динамометр; стальний циліндр з гачком; стакан з невідомою рідиною; лінійка; підручник.

Задача № 94. Знайти густину пластиліну.

Обладнання: шматок пластиліну; терези з важками; лінійка [6,с.38].

Задача № 95. Знайти густину пластиліну.

Обладнання: пластилін; посудина з водою; лінійка.

Задача № 96. Встановити що важче: олівець чи кулькова ручка ?

Обладнання: олівець; кулькова ручка; лінійка; гумка для витирання олівця.

Задача № 97. Знайти об'єм шматка деревини неправильної форми (підручником користуватись забороняється).

Обладнання: два шматки дерева: один – у формі паралелепіпеда, інший – неправильної форми; терези з важками; лінійка.

Задача № 98. Визначити, маса якої монети більша.

Обладнання: дві монети різного номіналу; пінцет; нитка; аркуш паперу; олівець.

Задача № 99. Визначити швидкість горизонтальної струмینی води.

Обладнання: водопровідний кран; гумова трубка; посудина для збирання води; штангенциркуль; мензурка.

3.2. Взаємодія тіл. Сила. Деформація. Сила пружності.

Закон Гука. Динамометр

Задача № 100. Довести існування взаємодії між склом і водою.

Обладнання: скляний стакан із плоским дном; скляна пластинка довільної форми, розміри якої більші від дна стакана; вода.

Задача № 101. Довести існування взаємодії між склом і водою.

Обладнання: скляна пластинка з гачком; пружина; широка скляна посудина з водою; штатив.

Задача № 102. Довести існування взаємодії між двома скляними пластинами.

Обладнання: дві скляні пластини.

Задача № 103. Примусити літати клаптик вати ?

Обладнання: клаптик вати; ебонітова паличка; шматок хутра.

Задача № 104. Примусити рухатись тіло, не торкаючись до нього ?

Обладнання: ебонітова паличка; шматок хутра; дерев'яна метрова лінійка; лампочка на підставці.

Задача № 105. Встановити, яке з двох тіл є магнітом.

Обладнання: два однакові (за розмірами, формою та кольором) стержні, один з яких є магнітом.

Задача № 106. З'ясувати полюси магніту.

Обладнання: постійний магніт із зображеними полюсами; постійний магніт із невідомими полюсами, нитка, два штативи.

Задача № 107. Встановити, який із двох сталених стержнів є магнітом.

Обладнання: два однакові за розмірами і формою сталені стержні, один з яких – намагнічений; нитка.

Задача № 108. Встановити намагніченість цвяха.

Обладнання: магнітна стрілка; цвях.

Задача № 109. Довести факт відштовхування однойменних полюсів магнітів.

Обладнання: два кільцевих магніти; олівець.

Задача № 110. Знайти коефіцієнт жорсткості пружини динамометра.

Обладнання: динамометр; лінійка.

Задача № 111. Визначити жорсткість пружини динамометра.

Обладнання: динамометр; штатив; лінійка.

Задача № 112. Знайти коефіцієнт жорсткості саморобної пружини.

Обладнання: мідна дротина; олівець; штатив; лінійка; тягарець масою 100 грамів.

Задача № 113. Визначити максимальне значення сили взаємодії магнітів.

Обладнання: два магніти; нитка; динамометр.

Задача № 114. Визначити жорсткість гумового шнуру.

Обладнання: гумовий шнур; мідний циліндр з гачком; стакан з водою; лінійка.

Задача № 115. Визначити силу взаємодії магнітів.

Обладнання: штатив; нитка; два однакові кільцеві магніти; динамометр.

3.3. Додавання сил. Рівнодійна. Графічне зображення сил

Задача № 116. Довести, що рівнодійна двох сил, спрямованих в одну сторону по прямій, рівна їх сумі та спрямована в той же бік.

Зобразити даний факт графічно.

Обладнання: штатив; динамометр з круглою шкалою; тягарець вагою 1Н; гиря масою 500 грамів.

Задача № 117. Довести, що рівнодійна двох сил, спрямованих по одній прямій в різні боки, рівна різниці цих сил і напрямлена по тій же прямій в бік більшої сили.

Зобразити даний факт графічно.

Обладнання: штатив; динамометр з круглою шкалою; трубчастий динамометр; набір тягарців вагою 1 Н кожний.

Задача № 118. Довести, що рівнодійна кількох сил, напрямлених по одній прямій в одну сторону, рівна їх сумі і напрямлена в той самий бік. Зобразити даний факт графічно.

Обладнання: штатив; лінійка; набір тягарців вагою 1 Н кожний; пружина.

3.4. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість

Задача № 119. Встановити напрям сили тяжіння. Назвати практичне використання напрямку сили тяжіння.

Обладнання: стальна кулька з гачком; нитка; штатив; ножиці.

Задача № 120. Визначити до якого рівня підніметься вода в мензурці, якщо в неї занурити алюмінієве тіло неправильної форми.

Обладнання: динамометр; лінійка.

Задача № 121. Визначити масу динамометра.

Обладнання: тіло відомої маси; динамометр [11, с.16].

Задача № 122. Встановити, коли тіло немає ваги.

Обладнання: динамометр; набір тягарців вагою 1 Н кожний.

Задача № 123. Встановити, коли тіло немає ваги.

Обладнання: тонкий стержень; котушка ниток; тягарець; лінійка; кусок поролону.

Задача № 124. Встановити, коли тіло втрачає вагу.

Обладнання: смужка картону; гиря масою 200 г; кусок поролону.

Задача № 125. Довести, що вільно падаюче тіло немає ваги.

Обладнання: дві гирі (2 кг та 500 г); смужка паперу; дощечка; ящик з піском.

Задача № 126. Визначити величини сил, які діють на зависле тіло.

Обладнання: два кільцевих керамічних магніти; алюмінієвий стержень; динамометр; нитка.

Задача № 127. Довести, що: 1) сили, які діють на нерухоме тіло, компенсуються (рівні за величиною); 2) тіло рухається, якщо на нього діє лише одна сила.

Обладнання: штатив; тягарець вагою 1 Н; гумова нитка; ножиці; шматок поролону.

3.5. Тертя. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання.

Тертя в природі й техніці

Задача № 128. Довести існування сили тертя.

Обладнання: гладенька дошка; брусок.

Задача № 129. Визначити коефіцієнт тертя шнура об стіл.

Обладнання: шнур (60 см); лінійка.

Задача № 130. Визначити коефіцієнт тертя дерев'яного бруска по поверхні столу.

Обладнання: брусок з гачком; пружина; лінійка.

Задача № 131. Встановити яка із сил більша: сила тертя ковзання чи сила тертя кочення.

Обладнання: дошка; брусок; два тягарці, вагою 1 Н кожний; два круглих олівці; динамометр.

Задача № 132. З'ясувати, яка із сил більша: вага тіла чи сила тертя ковзання.

Обладнання: дощечка; дерев'яний брусок; динамометр.

Задача № 133. Встановити залежність сили тертя ковзання від роду стичних поверхонь.

Обладнання: дерев'яна дошка; лист паперу; наждачний папір; брусок; два тягарці, вагою 1 Н кожний; динамометр.

Задача № 134. Довести, що сила тертя не залежить від площі дотику тіл.

Обладнання: дерев'яний брусок; гладенька дошка.

3.6. Тиск твердих тіл на поверхню. Сила тиску

Задача № 135. Визначити тиск цеглини на поверхню столу.

Обладнання: лінійка.

Задача № 136. Розрахувати тиск бруска на поверхню столу для випадків: 1) брусок без навантаження; 2) брусок навантажений одним тягарцем; 3) брусок навантажений двома тягарцями.

Обладнання: брусок; набір тягарців вагою 1Н кожний; динамометр; лінійка.

Задача № 137. Знайти положення, в якому брусок чинить найбільший тиск на поверхню столу.

Обладнання: брусок; динамометр; лінійка.

Задача № 138. Наближено знайти власний тиск на підлогу. Розглянути два випадки: коли стоїте і коли йдете.

Обладнання: лист паперу; олівець; лінійка.

Задача № 139. Знайти тиск мідного циліндра на підручник.

Обладнання: мідний циліндр; лінійка.

Задача № 140. Знайти тиск бруска з тягарцями на стіл.

Обладнання: брусок; набір тягарців вагою 1 Н кожний; динамометр; лінійка.

Задача № 141. Знайти тиск кілограмової гирі на стіл.

Обладнання: гиря масою 1 кг; лінійка.

3.7. Тиск рідин і газів. Закон Паскаля. Сполучені посудини.

Манометри

Задача № 142. Довести, що в рідинах тиск передається.

Обладнання: «гелієва» кулька; пластмасова г-подібна прозора трубка; дві гирі масою 50 г та 200 грамів; лінійка; водопровідний кран; нитка.

Задача № 143. Довести, що в газах тиск передається.

Обладнання: дві «гелієві» кульки; скляна трубка з краном по середині; нитка.

Задача № 144. Визначити висоту останнього поверху будівлі.

Обладнання: барометр; підручник.

Задача № 145. Встановити, яке з двох тіл важче.

Обладнання: манометр; гумова груша; гумовий шланг довжиною 1 м; дві гирі з однаковою площею основи; дерев'яна дощечка.

Задача № 146. Проградувати шкалу металевого манометра в умовних одиницях.

Обладнання: металевий манометр із прихованою шкалою; нагнітальний насос; гумовий шланг довжиною 1 м; олівець.

Задача № 147. Довести, що з глибиною занурення в рідину тиск зростає.

Обладнання: рідинний манометр; пластмасова пляшка з-під мінеральної води об'ємом 0,5 л; гумовий шланг довжиною 1 м; пластилін; ножиці; посудина з водою.

Задача № 148. Довести, що з глибиною занурення в рідину тиск зростає.

Обладнання: гумовий шланг з краном по середині довжиною 1,2 м; металевий манометр; «гелієва» кулька; посудина з водою; нитка.

Задача № 149. Довести однаковість тиску рідини на однаковій глибині.

Обладнання: скляний циліндр у формі труби довжиною 25-30 см; скляна пластина, яка має в центрі гачок; нитка; посудина з водою; стакан.

Задача № 150. Показати, що в маленькій пластмасовій пляшці мінеральної води тиск більший, ніж атмосферний.

Обладнання: металевий манометр; гумовий шланг; маленька пластмасова пляшка мінеральної води; голка від одноразового шприца.

Задача № 151. Довести, що з охолодженням газів вони стискаються.

Обладнання: закрита корком колба, з якої виведено скляну трубку; гумовий шланг довжиною 1 м; рідинний манометр; водопровідний кран.

Задача № 152. Довести, що з нагріванням тиск газів зростає.

Обладнання: колба, яка закрита гумовим корком і з якої виведена скляна трубка; посудина з водою.

Задача № 153. Довести, що при нагріванні газів тиск зростає.

Обладнання: щільно закрита колба, з якої виведено скляну трубку; гумовий шланг; рідинний манометр; посудина з водою; електричний чайник.

Задача № 154. Перевірити, чи є поверхня столу горизонтальною.

Обладнання: посудина з водою; гумовий шланг довжиною 1 м 20 см; дві скляні прозорі трубки такого ж діаметру, як гумовий шланг; лінійка.

3.8. Атмосферний тиск. Вимірювання атмосферного тиску.

Барометри

Задача № 155. Знайти атмосферний тиск у міліметрах водяного стовпа.

Обладнання: закрита з одного боку тонка трубка довжиною 1 метр; кювета з водою; лінійка.

Задача № 156. Скільки разів треба використати піпетку, щоб набрати 200 грамів води. Пояснити фізичну суть використання піпетки.

Обладнання: піпетка; посудина з водою; мензурка.

Задача № 157. Не торкаючись посудини з водою, наповнити мензурку 150 грамами води. Пояснити фізичну суть явища.

Обладнання: посудина з водою; тонка скляна трубка; мензурка; фломастер.

Задача № 158. Перевірити, де більший тиск: на першому поверсі, чи на третьому.

Обладнання: барометр-анероїд.

Задача № 159. Довести наявність атмосферного тиску.

Обладнання: посудина з водою; шприц.

Задача № 160. Визначити тиск повітря в «гелієвій» кульці.

Обладнання: «гелієва» кулька; скляна трубка з краном по середині; гумовий шланг; металевий манометр; нитка; барометр-анероїд.

Задача № 161. Довести наявність атмосферного тиску.

Обладнання: посудина з водою; порожня пляшка.

Задача № 162. Довести наявність атмосферного тиску.

Обладнання: пластмасова пляшка з-під мінеральної води; посудина з водою; шило.

Задача № 163. Довести наявність атмосферного тиску.

Обладнання: закрита гумовим корком скляна колба, з якої виведено скляну трубку з краном; всмоктувальний насос; гумовий шланг.

Задача № 164. Виміряти температуру рідини.

Обладнання: мікроманометр; посудина з водою; електричний чайник; кімнатний настінний термометр; барометр-анероїд; колба, закрита гумовим корком, з якої виведено скляну трубку; гумовий шланг.

3.9. Виштовхувальна сила в рідинах і газах. Закон Архімеда

Задача № 165. Наближено визначити густину піску.

Обладнання: мензурка; пробірка; пісок; лінійка; вода.

Задача № 166. Точно визначити густину піску.

Обладнання: мензурка; пробірка; пісок; вода; лінійка.

Задача № 167. Знайти масу тіла.

Обладнання: тіло, густина якого менша за густину води; посудина циліндричної форми; вода; лінійка.

Задача № 168. Визначити масу тіла, яке не тоне у воді і має правильну геометричну форму.

Обладнання: посудина з водою; лінійка.

Задача № 169. Визначити масу тіла, яке не тоне у воді і має неправильну геометричну форму.

Обладнання: циліндричний стакан з водою; лінійка.

Задача № 170. Визначити густину рідини.

Обладнання: динамометр; посудина з водою; посудина з досліджуваною рідиною; тверде тіло [14].

Задача № 171. Визначити густину пластиліну.

Обладнання: пластилін; мензурка з водою.

Задача № 172. Визначити, який вантаж може утримувати на поверхні води дерев'яний брусок.

Обладнання: дерев'яний брусок; посудина з водою; лінійка [1].

Задача № 173. Визначити густину дерев'яного однорідного стержня.

Обладнання: мензурка з водою; однорідний дерев'яний стержень; лінійка.

Задача № 174. Визначити жорсткість пружини.

Обладнання: пружина; металевий циліндр; посудина з водою; лінійка.

Задача № 175. Визначити величину виштовхувальної сили, яка діє на занурений у воду тягарець.

Обладнання: посудина з водою; тягарець; динамометр.



Розділ 4. МЕХАНІЧНА РОБОТА ТА ЕНЕРГІЯ

4.1. Механічна робота. Потужність. Механічна енергія та її види

Задача № 176. Визначити роботу по переміщенню бруска на відстань 40 сантиметрів по горизонтальній поверхні.

Обладнання: брусок; лінійка; динамометр.

Задача № 177. Визначити роботу по переміщенню бруска на відстань 50 сантиметрів вгору по похилій площині.

Обладнання: похила площина; брусок; динамометр; лінійка.

Задача № 178. Визначити мінімальну роботу, щоб підняти циліндричне тіло з води на поверхню.

Обладнання: мензурка з водою; металевий циліндрик; лінійка; нитка; динамометр.

Задача № 179. Визначити мінімальну роботу, щоб підняти циліндричне тіло з води на поверхню.

Обладнання: мензурка з водою; металевий циліндрик; лінійка; тоненький гумовий шнур.

Задача № 180. Знайти роботу, яку потрібно виконати для повного занурення дерев'яного бруска в воду.

Обладнання: дерев'яний брусок; посудина з водою; лінійка[1].

Задача № 181. Визначити роботу, затрачену на перемагання сили тертя, і потужність, у випадку руху бруска по поверхні столу на відстань 1,5 м.

Обладнання: брусок; набір тягарців вагою 1 Н кожний; динамометр; лінійка; секундомір.

Задача № 182. Визначити потенціальну енергію циліндрика відносно столу, підлоги та половини висоти столу.

Обладнання: динамометр; лінійка.

Задача № 183. Знайти енергію, яка перетворюється на тепло, під час падіння кульки настільного тенісу з висоти 1 метр.

Обладнання: лінійка довжиною 1 м; кулька настільного тенісу; терези з важками.

Задача № 184. Знайти швидкість, якої набув брусок, якщо він «пройшов» до зупинки відстань 0,5 м ?

Обладнання: брусок з гачком; гумова нитка; лінійка; підручник.

Задача № 185. Довести, що стиснута пружина має енергію.

Обладнання: штатив; стальна пружина; скляна трубка, діаметр якої дещо більший, ніж пружити; пластмасова кулька, діаметр якої трошки менший, ніж трубки; нитка; ножиці.

4.2. Закон збереження енергії в механічних процесах та його практичне застосування

Задача № 186. З'ясувати, якої швидкості потрібно надати дерев'яному бруску, щоб він пройшов усю довжину столу.

Обладнання: дерев'яний брусок; лінійка.

Задача № 187. З похилої площини на горизонтальну поверхню столу скочується кулька. Знайти середню швидкість кульки при русі по поверхні столу.

Обладнання: похила площина (дощечка); кулька; лінійка.

Задача № 188. Кулька скочується з похилої площини на горизонтальну поверхню столу і вдаряється в брусок, який лежить на її шляху. Визначити середню швидкість кульки по поверхні столу.

Обладнання: кулька, похила площина; секундомір; лінійка.

Задача № 189. Стальна кулька підвішена на нитці (нитяний маятник) і перебуває навпроти центру дерев'яного бруска, який лежить на столі. Визначити втрату енергії кульки, при її зіткненні з нерухомим бруском.

Обладнання: стальна кулька; нитка; брусок; лінійка; штангенциркуль; підручник.

Задача № 190. Дерев'яний брусок зісковзує з похилої площини на поверхню столу. Визначити початкову швидкість бруска по горизонтальній поверхні.

Обладнання: похила площина; дерев'яний брусок; лінійка; підручник.

Задача № 191. Після поштовху бруска по поверхні столу, через певний час він зупиняється. Визначити початкову швидкість і коефіцієнт тертя.

Обладнання: лінійка; секундомір.

Задача № 192. Визначити швидкість витікання струмини води з трубки, розміщеної вертикально.

Обладнання: водопровідний кран; гумова трубка; лінійка; посудина для збирання води [11, с.19].

Задача № 193. Дві однакові металеві кульки, які торкаються одна одної, підвішено на нитках (нитяні маятники). Одну з кульок відводять від положення рівноваги на висоту 5 см над горизонтом і відпускають. Визначити швидкість кульки в найнижчому положенні. Знайти висоту, на яку підніметься друга куля після зіткнення з першою.

Обладнання: дві кулі однакової маси; нитка; штатив; лінійка; динамометр.

4.3. Прості механізми. Момент сили. Важіль.

Умова рівноваги важеля

Задача № 194. Підібрати нахил похилої площини для отримання виграшу в силі в три рази.

Обладнання: похила площина; дерев'яний брусок; лінійка; динамометр.

Задача № 195. Підняти гирю над столом.

Обладнання: довга лінійка (1 м), гумка для витирання записів олівцем; динамометр (10 Н); гиря масою 2 кг; нитка.

Задача № 196. Визначити плечі сил.

Обладнання: дві гирі масами 500 г та 200 г; гумка для витирання олівця; довга лінійка з поділками.

Задача № 197. Визначити моменти сил при підніманні вантажу з допомогою нерухомого та рухомого блоків однакового радіуса.

Обладнання: штатив; нерухомий та рухомий блоки однакового радіуса; лінійка; вантаж.

Задача № 198. Визначити моменти сил, якщо з лівого боку від осі обертання, в двох різних точках важеля, підвісили тягарці масами 100 г та 300 г, відповідно, а з правого боку від осі обертання – тягарець масою 200 г.

Обладнання: рівноплечий важіль; тягарці масами 100 г, 200 г, 300 г; лінійка.

Задача № 199. Зрівноважити рівноплечий важіль, якщо обидві сили прикладені з лівого боку від точки опори.

Обладнання: рівноплечий важіль; набір тягарців; динамометр.

Задача № 200. Зрівноважити рівноплечий важіль так, щоб з лівого боку від точки опори була прикладена одна сила, а з правого – дві. Знайти плече сили з лівого боку.

Обладнання: рівноплечий важіль; лінійка; набір тягарців вагою по 1 Н.

Задача № 201. Визначити механічну роботу при піднятті вантажу 2Н на висоту 30 см за допомогою нерухомого блоку. Розглянути два випадки:

- 1) нитка, за яку тягнуть, розміщена вертикально;
- 2) нитка, за яку тягнуть, розміщена під кутом 45° .

Обладнання: штатив; нерухомий блок; лінійка; нитка; динамометр [4, с.46].

Задача № 202. Визначити механічну роботу по підняттю вантажу вагою 4Н на висоту 30 см за допомогою рухомого блоку. Встановити, чому висновок є наближеним.

Обладнання: штатив; нитка; рухомий блок; лінійка; динамометр.

4.4. Коефіцієнт корисної дії простих механізмів

Задача № 203. Визначити ККД використання похилої площини для різних кутів нахилу.

Обладнання: лінійка; підручники; брусок; динамометр; транспортир.

Задача № 204. Визначити ККД використання нерухомого блоку.

Обладнання: нерухомий блок; мотузка; штатив; набір тягарців вагою 1 Н кожний; лінійка; динамометр.

Задача № 205. Визначити ККД використання рухомого блоку.

Обладнання: рухомий блок; мотузка; штатив; набір тягарців вагою 1Н кожний; лінійка; динамометр.

Задача № 206. Визначити ККД важеля, з допомогою якого необхідно підняти вантаж на висоту 20 см.

Обладнання: рівноплечий важіль; вантаж; лінійка.



РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ

№ 1. Лічать кількість зернин пшона в столовій ложці n_1 . Це пшоно висипають у порожній стакан. Після цього лічать кількість ложок пшона n_2 (включаючи перший випадок), які висипають у порожній стакан. Повна кількість зернин пшона в стакані буде: $N = n_1 \cdot n_2$.

№ 2. Трубку опускають в стакан з водою (Рис.1) і «гріють» долонями колбу. Спостерігають появу бульбашок.

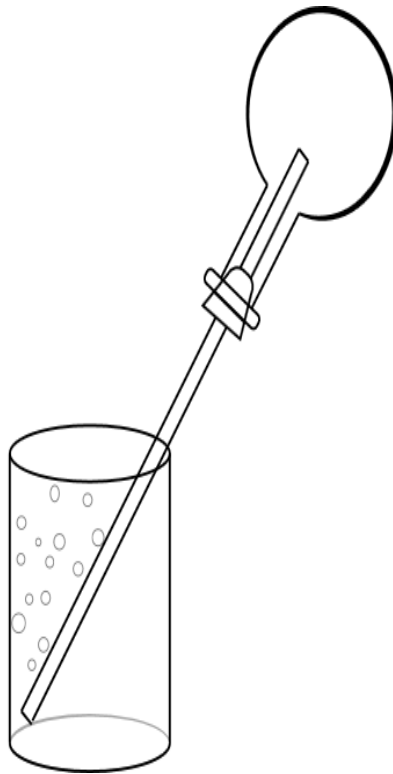


Рис.1.

№ 3. До отвору пляшки кріплять надувну гумову кульку. Пляшку розташовують під настільною лампою, спостерігають роздування кульки.

№ 4. Вимірюють товщину ℓ багатьох листків N підручника. Товщину одного з них шукають так:

$$h = \frac{\ell}{N}.$$

№ 5. На олівець щільно намотують $N = 20$ витків дроту. Лінійкою вимірюють довжину ℓ намотування. Діаметр дроту шукають так:

$$d = \frac{\ell}{N}.$$

№ 6. Щільно розміщують якомога більше горошин (N) вздовж лінійки: усю відстань, яку займе горох вздовж лінійки (S) ділять на число горошин:

$$d = \frac{S}{N}.$$

№ 7. З допомогою піпетки капають в мензурку N крапель води, щоб вільна поверхня води в мензурці була на одному рівні з поділкою мензурки, тобто показувала деякий об'єм V . Тоді об'єм однієї краплини буде:

$$V_0 = \frac{V}{N}.$$

№ 8. Піпеткою капають стільки крапель N у чайну ложку, доки остання не буде повною. Об'єм однієї краплі шукають так:

$$V_0 = \frac{V}{N}.$$

№ 9. Наповнюють повітрям одну з кульок, з'єднують її з ненаповненою повітрям з допомогою трубки (з краном посередині). Відкривають кран і спостерігають однакове наповнення повітрям обох кульок.

№ 10. Пляшку наповнюють водою, не доливаючи 2 – 3 см до горловини і закручують корок. Пляшку кладуть горизонтально на стіл. Якщо повітряна бульбашка розташовується по середині пляшки – поверхня столу є горизонтальною.

№ 11. Кілька разів перегинають паперовий круг навпіл (Рис. 2) в кількох місцях; точка, в якій перетинаються перегини і буде його центром [8].

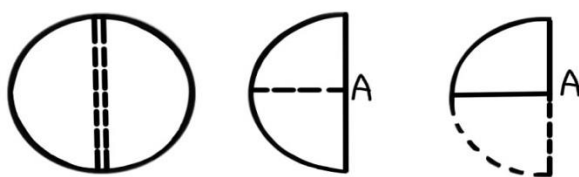


Рис. 2.

№ 12. За допомогою дзвінка можна показати механічне (рух дзвінка) та звукове (поширення звуку); за допомогою скляної призми: механічне (рух призми) та оптичне (отримати веселку).

№ 13. Якщо свічка рухається, то механічне; коли свічка палає – оптичне (вона світить) та теплове (від неї поширюється тепло). Крім того, при запалюванні сірника він рухається і третється в поверхню коробки: механічне явище.

№ 14. Рух «мишки» та об'єктів на екрані – механічні явища; свічення монітору – оптичне явище; живлення комп'ютера відбувається від джерела струму: електромагнітне явище. Комп'ютер під час роботи нагрівається – теплове явище.

№ 15. Лупа збільшує зображення лампочки – оптичне явище; лампочка випромінює світло – оптичне явище; лампочка нагрівається – теплове явище.

№ 16. Натирають одна об одну целофанові смужки – механічне явище; підносять натерті смужки одну до одної і бачать взаємодію смужок – електромагнітне явище.

№ 17. Повзунок маятника метронома (Рис. 3) пересувають до поділки 120 ударів на хвилину. З допомогою секундоміра рахують кількість ударів метронома за хвилину.



Рис. 3.

№ 18. Кулю стискають брусками і прикладають лінійку (Рис. 4).
Діаметр кулі – це відстань між сторонами брусків, які стискають кулю.

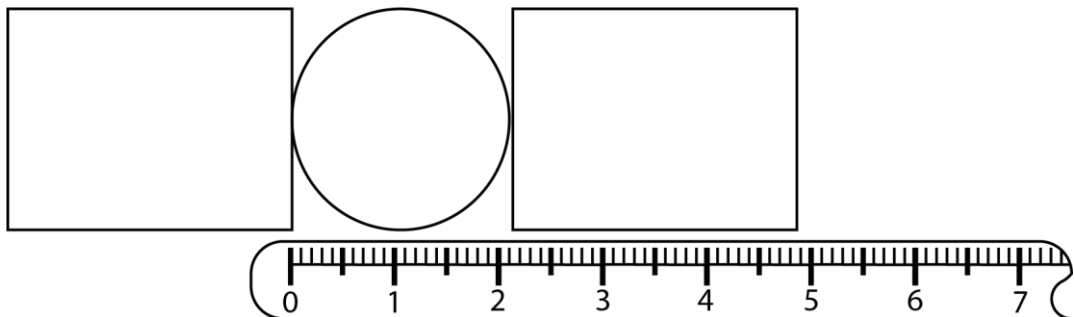


Рис. 4.

№ 19. Від позначки «О» роблять кілька повних обертів N шляпки гвинта вздовж лінійки. Шукану довжину ℓ знаходять так:

$$\ell = \frac{S}{N},$$

де S – відстань N обертів.

№ 20. Прикладають гвинт «шляпкою» до лінійки і знаходять діаметр кільця «шляпки». Довжину кільця знаходять так:

$$\ell = \pi \cdot d .$$

№ 21. Намочити м'яч та прокотити його по підлозі так, щоб він зробив лише один оберт. Для знаходження діаметру м'яча довжину сліду ℓ ділять на число π , тобто:

$$d = \frac{\ell}{\pi} .$$

№ 22. Кладуть папір на дерев'яну дощечку і встромляють булавку в його середину. Один кінець нитки прив'язують до олівця, інший – пропускають крізь вушко булавки; малюють коло. Далі нитку «вкорочують» у два рази і малюють коло меншого радіуса.

№ 23. Очевидно, що площа поперечного перерізу цвяха S є круг, тому:

$$S = \pi \cdot r^2 .$$

Щоб знайти радіус цвяха поступають так: на цвях намотують n витків нитки; записують вираз для довжини ℓ намотування:

$$\ell = 2\pi \cdot r \cdot n .$$

Після підстановки знайденого виразу у попередню формулу отримують вираз для знаходження площі круга:

$$S = \frac{\ell^2}{4\pi n^2} .$$

№ 24. Знаходять масу одиниці площі m_0 жерсті шматка з відомою площею:

$$m_0 = \frac{m_1}{S} .$$

Зважують шматок жерсті неправильної форми і знаходять його масу m_2 . Шукану площу S знаходять з'ясувавши скільки одиниць площі вкладається в шматку жерсті неправильної форми:

$$S = \frac{m_2}{m_0}.$$

№ 25. Опускають в мензурку $N = 20$ цвяшків і знаходять їх об'єм V . Тоді об'єм одного цвяшка шукають так:

$$V_0 = \frac{V}{N}.$$

№ 26. Воду з більшого циліндричного стакана переливають у менший (повільно) до тих пір, доки вільна поверхня води у більшому стакані не з'єднає дно і верхню точку стакана (Рис. 5).

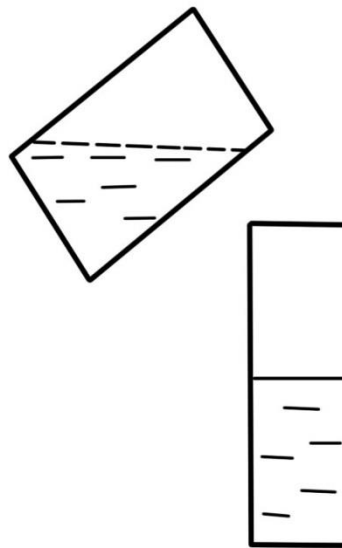


Рис. 5.

№ 27. Набирають повну 3-літрову банку води і переливають у 5-ти літрову. Знову набирають повну 3-літрову і виливають у 5-літрову стільки, щоб вона була повна. Тоді у 3-літровій банці залишиться 1 літр води. Повністю виливають воду з 5-літрової банки, а на її місце вливають один літр із 3-літрової. Тепер у 5-літровій – 1 літр. Щоб отримати 4 літри, додають воду повної 3-літрової банки.

№ 28. Ножицями відрізають звужену частину пляшки (утворюється циліндрична посудина). Наливають воду приблизно до половини пляшки і

вимірюють лінійкою висоту водяного стовпа h_1 . Опускають в пляшку тіло неправильної форми і знаходять нову висоту рівня води h_2 . Щоб знайти об'єм тіла неправильної форми потрібно зміну висоти підняття води помножити на площу перерізу пляшки S :

$$V = S (h_2 - h_1).$$

Щоб знайти площу перерізу S роблять так: обмотують ниткою пляшку (один оберт) і прикладають нитку до лінійки і знаходять довжину кола перерізу пляшки:

$$\ell = 2\pi r,$$

звідки радіус кола:

$$r = \frac{\ell}{2\pi}.$$

Оскільки перерізом пляшки є круг, то його площа:

$$S = \pi r^2.$$

Після підстановки знаходимо шуканий об'єм тіла неправильної форми:

$$V = \pi r^2 (h_2 - h_1).$$

№ 29. У склянку виливають одну десертну ложку води і відливають з нього дві чайні ложки. В склянці залишиться 0,05 мл води, бо

$$12,05 \text{ мл} - 6 \text{ мл} - 6 \text{ мл} = 0,05 \text{ мл}.$$

Отриману мітку фіксують фломастером і воду виливають. Далі роблять дві аналогічні процедури: в склянці буде 0,1 мл води, бо:

$$2 (12,05 \text{ мл} - 6 \text{ мл} - 6 \text{ мл}) = 0,1 \text{ мл}.$$

Фломастером наносять другу мітку і воду із склянки виливають. Проробляють три аналогічні процедури: в склянці буде 0,15 мл води, бо:

$$3 (12,05 \text{ мл} - 6 \text{ мл} - 6 \text{ мл}) = 0,15 \text{ мл}.$$

Фломастером наносять третю мітку і воду із склянки виливають. Подібним чином проводять чотири процедури і знаходять мітку, яка відповідає значенню 0,2 мл, бо:

$$4 (12,05 \text{ мл} - 6 \text{ мл} - 6 \text{ мл}) = 0,2 \text{ мл}.$$

Аналогічно наносять поділки 0,25 мл, 0,30 мл, 0,35 мл і т.д. [11].

№ 30. Приблизно до середини пляшки наливають воду. Об'єм цієї води знаходять як об'єм циліндра:

$$V_1 = S \cdot h_1,$$

де $S = \pi d^2$ – площа основи (круга) пляшки, d – діаметр пляшки (вимірюють лінійкою), h_1 – висота стовпчика води в пляшці.

Щоб знайти об'єм верхньої частини пляшки, її перевертають. Об'єм повітря в пляшці і буде об'ємом верхньої частини. Його шукають аналогічно:

$$V_2 = S \cdot h_2,$$

де h_2 – висота повітряного стовпа в пляшці.

Остаточо, шуканий внутрішній об'єм пляшки буде:

$$V = V_1 + V_2 = S (h_1 + h_2) = \pi d^2 (h_1 + h_2).$$

№ 31. З допомогою сталюого гачка тягнуть брусок, на якому розміщено тягарець. Помічають, що відстань між бруском та тягарцем не змінюється. Також не змінюється відстань між бруском та гачком. Отже, відносно згаданих тіл брусок нерухомий.

Відстань рухомого бруска відносно різних точок столу змінюється. Ця відстань змінюється і відносно вікон, світильника, дверей. Стверджують, що відносно останнього переліку брусок рухається.

№ 32. Фломастером на бруску (в довільній точці ставлять мітку). Відстань між цією міткою і будь-якою точкою бруска не змінюється. Отже, відносно нанесеної мітки брусок нерухомий.

Оскільки відстань від бруска до похилої площини змінюється (як і відносно вікон, дверей, світильника, підлоги), то відносно перерахованих тіл брусок рухається.

№ 33. Вимірюють діаметр м'яча d та довжину столу l . Переконаються, що обидві величини одного порядку (розміри столу не перевищують значно розміри м'яча). Відстань між стінами кабінету фізики суттєво перевищує розміри м'яча. Отже, відносно стін м'яч можна вважати матеріальною точкою.

№ 34. Коліщатко курвіметра (Рис. 6) переміщують по автомобільній дорозі між двома містами на мапі. Число поділок переводять у сантиметри і враховують масштаб мапи.



Рис. 6.

№ 35. Шлях від міста Луцька до міста Києва S_0 визначають з допомогою курвіметра (число поділок переводять у сантиметри і враховують масштаб). Переміщення характеризується модулем S та напрямком (або кутом нахилу α до горизонтальної осі). Обирають систему координат із початком відліку у місті Луцьку. Осі спрямовують вздовж довжини мапи (X) та ширини мапи (Y). За теоремою Піфагора знаходять модуль переміщення:

$$S = \sqrt{X^2 + Y^2}.$$

Порівнюють величини S_0 та S . Напрямок переміщення подають з допомогою кута нахилу α до горизонту, який вимірюють з допомогою транспортира.

№ 36. Крейдою на циліндрі позначають дві точки: одну – в центрі циліндра, іншу – на найбільш віддаленій відстані від центру (Рис. 7).

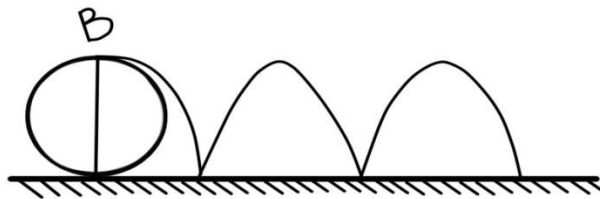


Рис. 7.

Помічають, що траєкторією руху центра циліндра є пряма лінія, а найбільш віддаленої – циклоїда.

№ 37. Розглядають випадки (Рис. 8):

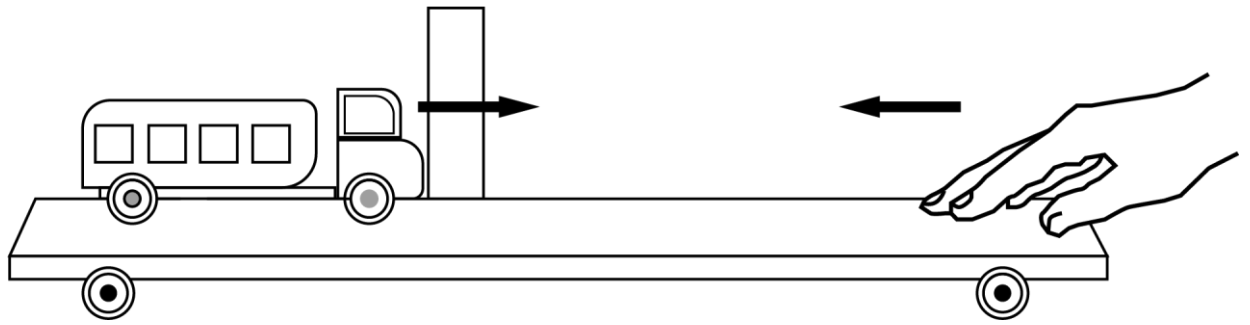


Рис. 8.

1. Рукою утримують іграшковий автомобіль і рухають платформу. Відносно платформи автомобіль рухається, а відносно стрілки-показчика, яка стоїть на столі, нерухомий.

2. Рівномірно рухають платформу не торкаючись автомобіля. Відносно платформи автомобіль нерухомий, а відносно стрілки-показчика, яка стоїть на столі – рухається.

3. Платформу рівномірно рухають в правий (відносно стрілки-показчика) бік, а автомобіль – рівномірно в лівий бік. І відносно столу, і відносно платформи автомобіль – рухається.

№ 38. Систему відліку обирають так, щоб початок відліку перебував в тій точці, де знаходиться досліджуване тіло. Осі системи відліку можуть бути спрямовані вздовж широти (X) та довготи (Y).

№ 39. Земля обертається навколо осі так, що всі її точки рухаються по колу (окрім полюсів). Якщо нерухоме тіло не на полюсі, то система відліку може бути пов'язана із центром Землі, а осі спрямовані вздовж радіуса: одна – на полюс, інша – перпендикулярна першій.

Якщо нерухоме тіло на полюсі, то система відліку повинна знаходитись за межами Землі. За початок відліку можна обрати Сонце, а осі спрямувати на дві зірки. Траєкторія руху нерухомого на полюсі тіла відносно Сонця буде коло (точніше – еліпс).

№ 40. Розглядають три випадки (Рис. 8) Перший: автомобіль у стані спокою відносно платформи, а платформа разом з автомобілем рухається відносно стрілки. Із цією метою платформу переміщують рівномірно.

Другий випадок. Автомобіль в стані спокою відносно стрілки під час його руху по платформі.

Автомобіль рухають по платформі, а платформа рухається в протилежний бік з такою ж швидкістю.

Третій випадок. Платформа і автомобіль рухаються відносно стрілки.

Платформу рівномірно рухають в правий бік, одночасно з нею в той же бік рухають автомобіль.

№ 41. Рухають автомобіль по периметру кришки столу так, щоб його швидкість була сталою за величиною. Оскільки рух відбувається не по прямій, а в площині, то обирають систему відліку, осі якої напрямлені вздовж ширини і довжини столу. Початком відліку доцільно обрати точку перетину прямих: довжини та ширини, тобто кут стола. Для опису місцеперебування автомобіля в будь-якій точці використовують секундомір, який вмикають, коли автомобіль перебуває в початку відліку.

У обраній прямокутно декартовій системі відліку зображають точки перебування автомобіля через 10 с, 20 с, 30 с, 40 с.

№ 42. Перший випадок. Кульку на нитці підвішують до штатива і примушують її коливатися. Систему відліку обирають так: систему координат обирають прямокутно декартову, осі якої напрямлені вздовж стояка штатива і вздовж горизонту; початок відліку обирають в точці кріплення стояка; годинник вмикають тоді, коли кулька маятника перебуває в крайньому положенні. Траєкторією руху буде дуга кола.

Другий випадок. Кульку на нитці обертають в горизонтальній площині над столом. Систему відліку обирають так: осі системи координат спрямовують вздовж довжини і ширини стола; тілом відліку вважають точку перетину довжини і ширини стола (кут столу); секундомір вмикають в довільний момент руху. Траєкторією руху буде коло.

№ 43. Рулеткою вимірюють довжину класу S , секундоміром – час рівномірного руху учня t . Швидкість рівномірного руху учня шукають так:

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

№ 44. Хвилинна стрілка механічного годинника (Рис. 9) робить повний оберт за час $t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с}$. Її кінець описує коло, довжиною $S = 2\pi R$.



Рис. 9.

Тому її швидкість буде:

$$v = \frac{S}{t} = \frac{2\pi R}{t}.$$

№ 45. Нитку з'єднують з бруском. Котушку обертають рівномірно; на неї рівномірно намотується нитка, яка примушує брусок рухатись рівномірно і прямолінійно.

№ 46. Скляну трубку заповнюють водою, не доливаючи 1 см до краю, і закривають корком. Метроном налаштовують так, щоб його удари відповідали 1 с. Перевертають трубку корком донизу, щоб бульбашка спливала догори у вертикальному напрямі. В момент удару метронома фіксують

місцеперебування бульбашки клаптиками ізоляційної стрічки. Для точності, експеримент проробляють кілька разів. Лінійкою вимірюють відстані між клаптиками ізоляційної стрічки і переконуються, що рух бульбашки є рівномірним і прямолінійним.

Графік шляху будують так. Обирають осі: вісь абсцис градуюють в секундах (час); вісь ординат градуюють в сантиметрах (шлях). На осі часу виділяють проміжок, коли бульбашка рухалась рівномірно і прямолінійно; на осі шляху – проміжок шляху, коли почався рівномірний прямолінійний рух. В обраній системі координат визначають точки з координатами початку руху та кінця руху. Обидві точки з'єднують прямою лінією. Це і є графік шляху рівномірного прямолінійного руху повітряної бульбашки у воді.

Графік швидкості будують так. Обирають осі: вісь абсцис градуюють в секундах (час); вісь ординат градуюють в м/с (швидкість). На осі абсцис виділяють проміжок часу (t_1), протягом якого швидкість не змінювалась. Значення швидкості рівномірного прямолінійного руху шукають так:

$$v = \frac{S_1}{t_1},$$

де S_1 – шлях, який пройшла повітряна бульбашка, рухаючись рівномірно і прямолінійно.

Знайдену швидкість рівномірного прямолінійного руху відкладають на осі ординат (вісь швидкості). Оскільки швидкість у рівномірному прямолінійному русі не змінюється, то з точки, яка відповідає знайденій швидкості, проводять пряму, паралельну осі часу тільки для інтервалу часу рівномірного прямолінійного руху.

№ 47. Скляну трубку закривають корком з одного боку, заповнюють трубку водою, опускають в трубку стальну кульку і закривають трубку другим корком. Із ізоляційної стрічки ножицями вирізають смужки і наклеюють їх на скляній трубці на однаковій відстані (через 10 см). Метроном настроюють на

частоту 0,5 с. Перевертають трубку так, щоб кулька падала вертикально (прямолінійно). Порівнюють відстані, які проходить кулька через 0,5 с; 1 с; 1,5 с; 2 с; 2,5 с і т.д. Виділяють ту ділянку шляху руху кульки, де вона рухається рівномірно.

Графік шляху будують так. Обирають осі: вісь абсцис градуюють в секундах (час); вісь ординат градуюють в сантиметрах (шлях). На осі часу виділяють проміжок, коли кулька рухалась рівномірно і прямолінійно; на осі шляху – проміжок шляху, коли почався рівномірний прямолінійний рух. В обраній системі координат визначають точки з координатами початку руху та кінця руху. Обидві точки з'єднують прямою лінією. Це і є графік шляху рівномірного прямолінійного руху стальної кульки у воді.

Графік швидкості будують так. Обирають осі: вісь абсцис градуюють в секундах (час); вісь ординат градуюють в м/с (швидкість). На осі абсцис виділяють проміжок часу (t_1), протягом якого швидкість не змінювалась. Значення швидкості рівномірного прямолінійного руху шукають так:

$$v = \frac{S_1}{t_1},$$

де S_1 – шлях, який пройшла стальна кулька, рухаючись рівномірно і прямолінійно.

Знайдену швидкість рівномірного прямолінійного руху відкладають на осі ординат (вісь швидкості). Оскільки швидкість у рівномірному прямолінійному русі не змінюється, то з точки, яка відповідає знайденій швидкості, проводять пряму, паралельну осі часу тільки для інтервалу часу рівномірного прямолінійного руху.

№ 48. Визначають час t , за який стержень зробить N обертів (Рис. 10). Періоди обертання визначають так:

$$T_1 = \frac{t}{N},$$

$$T_2 = \frac{t}{N}.$$

Роблять висновок про однаковість періодів обертання обох куль.

Кожна з куль рухається по колу, тому їх швидкості шукають так:

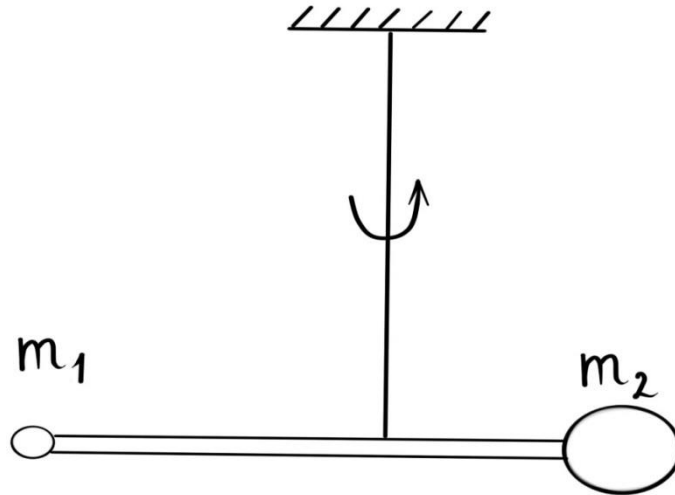


Рис. 10.

$$v_1 = \frac{2\pi r_1}{t},$$

$$v_2 = \frac{2\pi r_2}{t},$$

де r_1, r_2 – радіуси обертання меншої та більшої куль, відповідно (кулі вважають матеріальними точками), які вимірюють лінійкою від точки підвісу до центра кожної з куль. Ділять вирази швидкостей і отримують:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{r_2}{r_1}.$$

Помічають: швидкість обертання більшої кулі менша від швидкості обертання меншої кулі в стільки разів, у скільки радіус більшої кулі менший від радіуса меншої кулі.

№ 49. Жолоб закріплюють в штативі так, щоб він був похилий. Метроном настроюють на частоту ударів 1 с. Відпускають кульку з верхньої точки жолоба в момент удару метронома. Через кожен секунду на жолоб наносять мітки, які засвідчують пройдений кулькою шлях за кожен секунду. Переконаються, що пройдені кулькою шляхи різні. Стверджують про те, що рух стальної кульки по похилому жолобу є нерівномірний.

№ 50. Закріплюють жолоб в штативі так, щоб він був похилим. Кульку відпускають у верхній точці жолоба і одночасно вмикають секундомір для визначення часу руху. Вимикають секундомір в момент переходу кульки на горизонтальну поверхню. Секундомір показує час руху кульки по жолобу t .

Лінійкою вимірюють весь шлях руху кульки по похилому жолобу S . Середню швидкість шукають так:

$$v_c = \frac{S}{t}.$$

№ 51. Тягарець, підвішений на пружині, відводять від точки рівноваги на відстань S_0 і відпускають. Секундоміром засікають час t , протягом якого тягарець здійснить N повних коливань (рух кульки з нижньої точки вгору і назад – це одне повне коливання).

За час t тягарець пройде відстань:

$$S = 4S_0 \cdot N.$$

Середня швидкість тягарця отримують:

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

Після підстановки отримаємо:

$$v = \frac{4S_0 N}{t}.$$

Відстань S_0 вимірюють лінійкою.

№ 52. Стальну кульку з'єднують з ниткою і обертають в горизонтальній площині. Секундоміром фіксують час t , протягом якого кулька зробить N обертів. Пройдений кулькою шлях за N обертів буде:

$$S = 2\pi r \cdot N ,$$

де r – радіус кола обертання, який шукають так:

$$r = \ell + \frac{d}{2} .$$

У цьому виразі ℓ і d – довжина нитки та діаметр кульки (вимірюють лінійкою), відповідно.

Середню швидкість шукають так:

$$v_c = \frac{S}{t} .$$

Після підстановки вище згаданих виразів, отримують:

$$v_c = \frac{2\pi (\ell + \frac{d}{2})N}{t} .$$

№ 53. Підвішену на нитці кульку закріплюють у штативі. Кульку відводять від положення рівноваги в бік на кут 45^0 і відпускають, одночасно вмикають секундомір. Фіксують час t , протягом якого кулька здійснить N коливань (від лівого крайнього положення і назад – це одне коливання). Пройдений кулькою шлях знаходять так: $S_1 = 2S_0 \cdot N$;

S_0 – довжина дуги, по якій рухається кулька.

Оскільки, за одне повне коливання, кулька проходить шлях $2S_0$, а довжина дуги

$$S_0 = \frac{S}{4} ,$$

то пройдений кулькою шлях S_1 знаходять так:

$$S_1 = N \cdot 2 S_0 = N \cdot 2 \frac{S}{4},$$

де S – довжина кола, по якому могла б рухатись кулька.

Враховують, що довжина кола:

$$S = 2 \pi \left(\ell + \frac{d}{2} \right),$$

де ℓ і d – довжина нитки та діаметр кульки, відповідно (їх вимірюють за допомогою лінійки).

Середню швидкість шукають так:

$$v = \frac{S_1}{t}.$$

Після підстановки виразу S_1 отримують:

$$v = \frac{N \cdot 2 \frac{S}{4}}{t},$$

або:

$$v = \frac{NS}{2t}.$$

№ 54. З допомогою підручників створюють певний нахил для жолоба. Фломастером наносять мітку на тенісній кульці. Кульку відпускають у верхній точці жолоба і одночасно вмикають секундомір. Фіксують час t , протягом якого кулька здійснює максимальне число повних обертів n . Середній період обертання кульки знаходять так:

$$T = \frac{t}{n}.$$

№ 55. Засікають з допомогою секундоміра час t , протягом якого кулька зробить 10 обертів. Період обертання кульки знаходять так:

$$T = \frac{t}{10}.$$

Частоту обертання:

$$N = \frac{1}{t}.$$

№ 56. Перший випадок. Кульку підвішують на нитці і обертають так, щоб її обертальний рух відбувався по колу меншого радіуса. Здійснюють 20-30 обертань. Період T_1 та швидкість v_1 шукають так:

$$T = \frac{t_1}{N_1};$$

$$v = \frac{2\pi r_1}{t_1}.$$

Другий випадок. Проводять аналогічні дії для кола більшого радіуса і знаходять:

$$T = \frac{t_2}{N_2};$$

$$v_2 = \frac{2\pi r_2}{t_2}.$$

У виразах: N_1, N_2 – кількість обертів у першому та другому випадках, відповідно; t_1, t_2 – тривалість обертання у першому та другому випадках, відповідно (вимірюють секундоміром); r_1, r_2 – радіуси меншого та більшого кіл (вимірюють лінійкою).

№ 57. На диск вздовж радіуса (Рис. 11) довільно наносять крейдою дві точки (на різних відстанях від центру диска). Примушують диск обертатись навколо цвяхка, який вставляють в центр диска.

Фіксують час t , протягом якого диск зробить N обертів. Цей час однаковий для кожної точки. Визначають періоди обертання обох точок:

$$T_1 = \frac{t}{N};$$

$$T_2 = \frac{t}{N}.$$

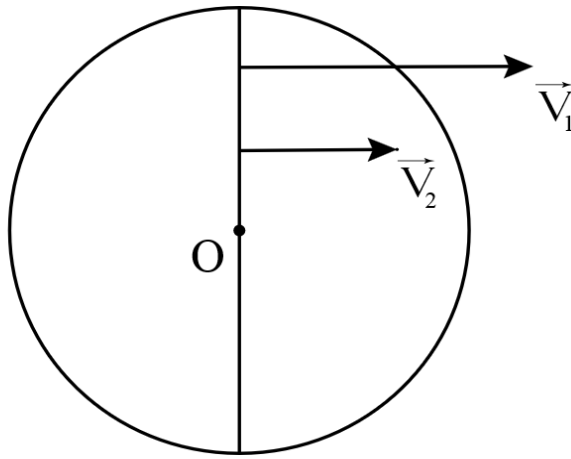


Рис. 11.

Роблять висновок, що періоди обертання обох точок однакові.

Швидкості руху кожної точки будуть відрізнятися, адже вони знаходяться на різних відстанях від центру диска. Величини цих швидкостей будуть:

$$v_1 = \frac{2\pi r_1}{t},$$

$$v_2 = \frac{2\pi r_2}{t},$$

де r_1 – відстань від центру диска до першої точки; r_2 – відстань від центру диска до другої точки (яка знаходиться далі від центру диска).

Другий вираз ділять на перший і отримують:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{r_2}{r_1}.$$

Роблять висновок: швидкість обертання точки, яка знаходиться далі від центру обертання, більша від швидкості точки, яка ближче до центру обертання, у стільки разів, у скільки радіус обертання однієї точки більший від радіуса обертання другої точки.

№ 58. Великим та вказівним пальцями лівої руки знаходять на шиї місце пульсації артерії. Рахують кількість пульсацій (N) за дві хвилини. Це число ділять на 2 хвилини і знаходять пульс:

$$n = \frac{N}{2}.$$

№ 59. Виводять кульку на невелику відстань від рівноважного стану (Рис. 12). Найкоротшу відстань від нового положення до початкового підвісу вимірюють лінійкою. Це і буде амплітуда коливання. Кульку відпускають і фіксують час t п'яти повних коливань ($n = 5$). Період коливань маятника знаходять так:

$$T = \frac{t}{n}.$$

Частоту коливань ν шукають за означенням:

$$\nu = \frac{n}{t}.$$

№ 60. Пружину підвішують до штатива, а до протилежного її кінця підвішують тягарець вагою 1 Н. Тягарець тягнуть до низу на відстань 4-5 см. Це і буде амплітуда коливання, яку вимірюють лінійкою. Далі фіксують час t , протягом якого тягарець здійснить n повних коливань, і шукають період T коливань пружинного маятника:

$$T = \frac{t}{n}.$$

Частоту коливань пружинного маятника ν шукають за означенням:

$$\nu = \frac{n}{t}.$$

№ 61. Знаходять точку на зап'ясті руки (або на шиї), в якій добре відчувається пульс. Рахують кількість ударів n серця протягом часу $t = 1$ хв. Частоту пульсації знаходять так:

$$\nu = \frac{n}{t}.$$

Період коливань серця людини знаходять так:

$$T = \frac{t}{n}.$$

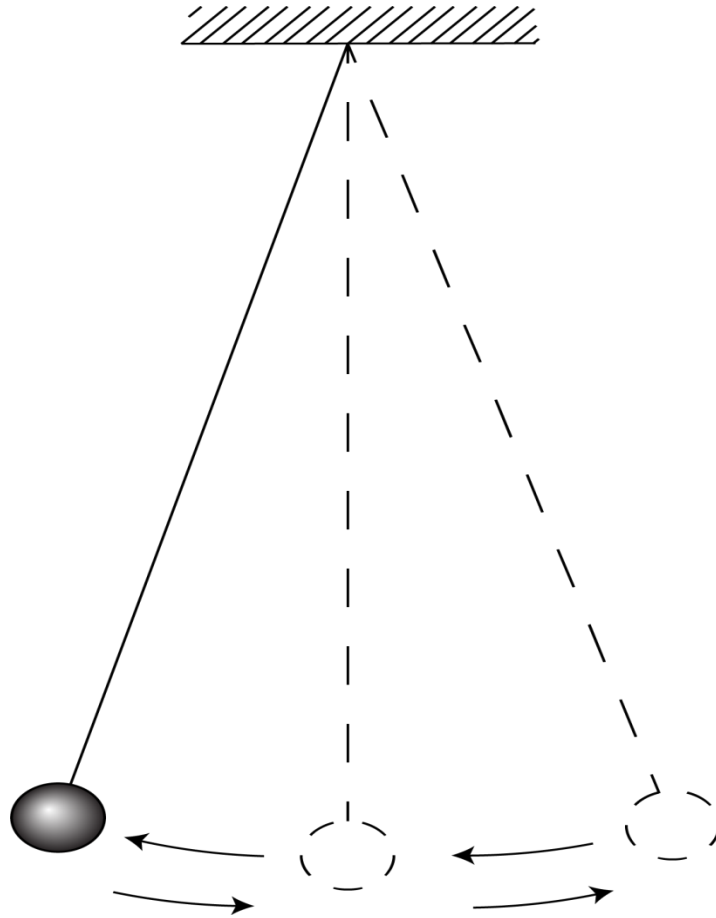


Рис. 12.

№ 62. До нитки довжиною 1 м чіпляють кульку і підвішують маятник на штативі. Відводять кульку маятника на відстань 10 см від початкового положення (від вертикалі), вмикають секундомір і визначають час t_1 20-ти повних коливань (N_1). Період T_1 та частоту ν_1 коливань знаходять за визначенням:

$$T_1 = \frac{t_1}{N_1},$$

$$\nu_1 = \frac{N_1}{t_1}.$$

У другому випадку нитку вкорочують до 80 см і підвішують кульку. Аналогічно знаходять період T_2 та частоту ν_2 коливань:

$$T_2 = \frac{t_2}{N_2},$$

$$\nu_2 = \frac{N_2}{t_2}.$$

Порівнюють періоди та частоти коливань в обох випадках.

№ 63. У штативі закріплюють пружину і до її вільного кінця по черзі чіпляють тягарці (Рис. 13).

Спочатку чіпляють два тягарці вагою 1 Н кожний. Відводять тягарці на відстань 10 см до низу (вздовж вертикалі) і відпускають. Одночасно вмикають секундомір для вимірювання часу t_1 шести повних коливань (N_1).

Період T_1 та частоту ν_1 коливань знаходять виходячи з їх визначень:

$$T_1 = \frac{t_1}{N_1},$$

$$\nu_1 = \frac{N_1}{t_1}.$$

У другому випадку до пружини чіпляють 4 тягарці, вагою 1 Н кожний. Аналогічно шукають період T_2 та частоту ν_2 коливань пружинного маятника:

$$T_2 = \frac{t_2}{N_2},$$

$$\nu_2 = \frac{N_2}{t_2}.$$

Порівнюють періоди та частоти коливань в обох випадках.

№ 64. Кульку підвішують на довгій нитці; отримують нитяний маятник, який підвішують до штатива.

Аналогічно, пружину закріплюють в штативі, а до її вільного кінця підвішують два тягарці вагою 1 Н кожний.

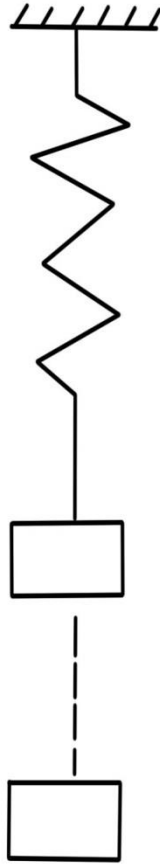


Рис. 13.

Амплітуди обирають довільно, але кульку і тягарці відпускають разом і вмикають секундомір. Фіксують час 10-ти повних коливань обох маятників і знаходять їх періоди:

$$T_1 = \frac{t_1}{10}.$$

$$T_2 = \frac{t_2}{10}.$$

№ 65. Рівновагу точно зрівноважених терезів порушують легким поштовхом однієї шальки. Терези здійснюють вільні коливання. Фіксують час t_1 , протягом якого терези здійснять $N_1 = 5$ повних коливань і знаходять період:

$$T_1 = \frac{t_1}{N_1}.$$

На кожному із шальок терезів ставлять однакові гирі масою по 50 грамів кожна. Терези виводять з рівноваги легким поштовхом. Подібно до першого випадку шукають період T_2 коливань навантажених терезів:

$$T_2 = \frac{t_2}{N_2}.$$

Помічають, що період коливань навантажених терезів більший, ніж не навантажених. Вбачають, що більша маса забезпечує більшу інертність терезам.

№ 66. Конструюють сполучені посудини: в кінці гумового шлангу вставляють скляні трубки. Сполучені посудини заповнюють водою так, щоб в кожній трубці вода доходила до середини.

Одне з колін сполученої посудини опускають і швидко повертають в попереднє положення. Стовпчик води починає колитися. Секундоміром фіксують час t п'яти повних коливань ($N = 5$) і знаходять період:

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

Роблять висновок про те, що коливання стовпчика забезпечує інертність води.

№ 67. Магнітна стрілка в магнітному полі Землі встановлюється вздовж меридіана: синій колір стрілки вказує на північ, червоний – на південь. Відхиляють стрілку на невеликий кут і відпускають. Стрілка здійснює вільні коливання. Секундоміром фіксують час t , протягом якого стрілка здійснить $N = 5$ повних коливань і шукають період:

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

Роблять висновок про те, що коливання стрілки забезпечує її інертність.

№ 68. Жолоб закріплюють в штативі так, щоб його опукла частина була спрямована до підлоги. В центрі жолоба кладуть кульку і відмічають її

положення рівноваги крейдою. Відводять кульку в ліву сторону (по жолобу) і відпускають. Кулька здійснює коливальні рухи. Фіксують час t , протягом якого кулька здійснить $N = 6$ коливань і шукають частоту:

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

№ 69. Легенько вдаряючи по камертону (Рис. 14), збуджують його коливання. Переконаються, що ніжки камертона коливаються. На корпусі камертона вказано частоту ν його звучання (наприклад, 440 Гц).



Рис. 14.

Період коливань ніжок камертона шукають так:

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

№ 70. Перший спосіб. Підвішену на нитці кульку обертають в горизонтальній площині. Вона рухається по колу. Освітлюють її ліхтариком і спостерігають рух кульки в проекції на екран. На екрані видно, що проекція кульки здійснює коливальні рухи. Засікають час t десяти коливань (N) і визначають період коливання:

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

Це і буде період обертання підвішеної на нитці кульки в горизонтальній площині.

Другий спосіб. Засікають час t десяти обертів (N) і визначають період обертання за такою ж формулою.

№ 71. На іграшковий автомобіль зверху кладуть дерев'яний брусок. Штовхають автомобіль. Зіткнувшись із перешкодою на своєму шляху (як перешкоду використовують підручник) автомобіль зупиняється, а брусок продовжує рухатись у тому ж напрямі.

Наголошують, що завдяки інерції брусок зберігає свою швидкість.

№ 72. Стакан накривають смужкою паперу і зверху кладуть монету. Однією рукою натягують смужку, а ребром долоні іншої руки вдаряють по ньому і висмикують з-під монети, яка падає на дно стакана [27, с.42].

№ 73. Встановлюють брусок вертикально (ставлять на грань меншої площі). Різко штовхають візок – брусок перекидається.

№ 74. Метал, з якого виготовлено дріт, шукають з допомогою таблиці густин, наведеній у підручнику. Густина речовини знаходять так:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Масу дроту m шукають зважуванням дроту, а об'єм V знаходять як об'єм циліндра: площу основи S множать на висоту циліндра ℓ , тобто:

$$V = S \cdot \ell.$$

Відомо, що в основі циліндра лежить круг, тому:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}.$$

Остаточоно:

$$\rho = \frac{m}{\pi \ell d^2}.$$

Діаметр дроту d знаходять за допомогою лінійки, а довжину дроту ℓ – з допомогою рулетки.

№ 75. Крапають у мензурку N крапель води до однієї з її поділок. Знаходять масу води в мензурці за формулою:

$$m = \rho V .$$

Масу однієї краплинки шукають, розділивши усю масу води в мензурці на кількість крапель:

$$m = \frac{m}{N} .$$

№ 76. Якщо відома густина металу, то за таблицею густин легко встановити про який метал йдеться. Густина металу знаходять, виходячи з формули густини:

$$\rho = \frac{m}{V} .$$

Масу m тіла шукають зважуванням, а його об'єм V – з допомогою мензурки.

№ 77. Маса фольги через густину ρ та об'єм V виражається так:

$$m = \rho V ,$$

де об'єм:

$$V = a b h ;$$

a – довжина, b – ширина, h – товщина фольги. Враховують останній вираз і отримують:

$$m = \rho a b h . \text{ Остаточню:}$$

$$h = \frac{m}{\rho a b} .$$

Масу фольги знаходять зважуванням, довжину і ширину фольги – лінійкою; густину алюмінію – за таблицею густин підручника.

№ 78. Спочатку знаходять масу деталі m , потім, за таблицею густин, густину заліза ρ . Об'єм деталі із заліза шукають так:

$$V = \frac{m}{\rho}.$$

Саме на стільки зміниться об'єм води в мензурці (об'єм деталі із заліза виражають в кубічних сантиметрах). Щоб дізнатись, до якого рівня підніметься вода в мензурці, до початкового рівня води в мензурці додають знайдений об'єм V .

Щоб перевірити правильність зробленого підрахунку, деталь із заліза підвішують на нитці і опускають в мензурку з водою. Якщо покази підтвердились, завдання виконано правильно.

№ 79. Маси кожного із брусків подають через їх густини:

$$m_1 = \rho_1 V_1,$$

$$m_2 = \rho_2 V_2,$$

де ρ_1 та ρ_2 – густини міді та алюмінію, відповідно (знаходять у підручнику в таблиці густин); V_1 та V_2 – об'єми мідного та алюмінієвого брусків (вимірюють лінійкою: множать довжину на ширину і на висоту), відповідно. Після підстановки даних порівнюють маси брусків.

№ 80. Масу всього тілі можна подати як суму двох тіл: дерев'яного бруска з глухим отвором m_1 та латунного стержня m_2 :

$$m = m_1 + m_2.$$

Масу деревини m_1 можна виразити через її густину ρ_1 та об'єм V :

$$m_1 = \rho_1 V = \rho_1 (V_1 - V_2),$$

де V_1 – об'єм усього бруска, V_2 – об'єм латунного стержня, який займає об'єм усього глухого отвору.

Масу латунного стержня m_2 через густину латуні ρ_2 можна виразити:

$$m_2 = \rho_2 V_2 .$$

Рівняння для визначення маси усього тіла набере вигляду:

$$m = \rho_1 (V_1 - V_2) + \rho_2 V_2 ,$$

або:

$$m = \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 (\rho_2 - \rho_1)$$

Об'єм бруска можна подати у вигляді добутку довжин трьох його відповідних ребер:

$$V_1 = a b c ,$$

а об'єм стержня через його діаметр d та довжину ℓ :

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \ell .$$

Після підстановки одержують:

$$m = \rho_1 a b c + \pi d^2 \ell (\rho_2 - \rho_1) ,$$

звідки:

$$\ell = \frac{4(m - \rho_1 abc)}{\pi d^2 (\rho_2 - \rho_1)} .$$

Масу всього тіла шукають зважуванням на терезах, розміри бруска та діаметр стержня – за допомогою штангенциркуля; значення густин деревини та латуні беруть з таблиці густин. Після підстановки усіх величин знаходять шукану довжину стержня ℓ .

№ 81. Якби дріт був розмотаний, то він мав би форму циліндра з висотою ℓ та площею основи S . Об'єм цього циліндра був би:

$$V = \ell \cdot S .$$

Масу дроту m подають через густину ρ та об'єм V :

$$m = \rho V .$$

Враховують обидва вирази:

$$m = \rho \ell S .$$

Основою циліндра є круг, тому його площу шукають так:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} .$$

Після підстановки знаходять:

$$m = \frac{\rho \pi d^2}{4} \ell ,$$

звідки:

$$\ell = \frac{4m}{\rho \pi d^2} .$$

Масу мотка m шукають зважуванням, діаметр дроту d вимірюють штангенциркулем.

№ 82. Об'єм розмотаного дроту:

$$V = S \ell .$$

Переріз дроту шукають як площу круга:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} .$$

Після підстановки в останній вираз отримують:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \ell .$$

Із отриманого виразу:

$$\ell = \frac{4V}{\pi d^2} .$$

Для знаходження діаметру дроту d намотують на олівець кілька витків N та вимірюють довжину цього намотування L ; тоді:

$$d = \frac{L}{N} .$$

Після підстановки шукана довжина ℓ буде:

$$\ell = \frac{4V N^2}{\pi L^2} .$$

Об'єм мотка дроту V знаходять з допомогою мензурки.

№ 83. На кожную з шальок зрівноважених терезів кладуть по три кульки (перше зважування). Якщо терези зрівноважені, то кулька з порожниною серед тих двох, які не важились. Далі – на кожную шальку кладуть по одній із кульок, які не важились (друге зважування). Легша кулька має порожнину.

Якщо ж одна із трійок виявилася легшою (перше зважування), то серед них є кулька з порожниною. Із цієї трійки довільно вибирають дві і їх маси порівнюють з допомогою терезів (друге зважування). Коли ж обидві кульки зрівноважені, то порожнину матиме та, яка другий раз не зважувалась [6].

№ 84. Зважують тіло на терезах, з таблиці густин підручника знаходять густину алюмінію, а об'єм обчислюють за формулою:

$$V = \frac{m}{\rho} .$$

№ 85. Зважують камінь двічі: у повітрі, і знаходять його масу m_1 , та у воді, і знаходять його масу m_2 . Об'єм каменя буде:

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_{\text{в}}}.$$

Густину каменя знаходять так:

$$\rho = \frac{m_1}{V}.$$

№ 86. На терезах зважують деталь і знаходять її масу m . Далі деталь занурюють у мензурку і знаходять її об'єм V . Густину деталі знаходять за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

З допомогою таблиці густин, наведеній у підручнику, визначають матеріал, з якого зроблено деталь.

№ 87. Об'єм порожнини V можна знайти як різницю між об'ємом кулі V_1 (коли б не було порожнини) та об'ємом скла V_2 :

$$V = V_1 - V_2.$$

Об'єм кулі V_1 шукають за допомогою мензурки з водою, а об'єм скла V_2 шляхом зважування (m) і врахуванням густини скла (ρ):

$$V_2 = \frac{m}{\rho}.$$

№ 88. Об'єм склянки V знаходять через об'єм води, яка повністю заповнює посудину:

$$V = \frac{m_{\text{в}}}{\rho},$$

де ρ – густина води.

Масу води $m_{\text{в}}$ знаходять як різницю маси склянки з водою m_1 та склянки без води m_2 , які шукають шляхом зважування:

$$m_{\text{в}} = m_1 - m_2.$$

№ 89. Малюють і вирізають з картону дві фігури: правильної геометричної та неправильної форми. Кожну фігуру зважують та знаходять їх маси m_1 та m_2 . Знаходять площу S_1 фігури правильної геометричної форми:

$$S = a b ,$$

де a та b – довжина та ширина фігури правильної геометричної форми, відповідно. Оскільки товщина картону однакова, то складають відношення:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{S_1}{S_2} .$$

Із цього виразу знаходять площу фігури неправильної форми:

$$S_2 = \frac{m_2}{m_1} S_1 .$$

№ 90. Щоб знайти масу шматочка дерева m , його опускають у мензурку з водою:

$$m = \rho_{\text{в}} \cdot \Delta V ,$$

де $\rho_{\text{в}}$ – густина води; ΔV – об'єм зануреної (при плаванні) частини шматочка дерева.

Густину шматочка дерева ρ знаходять розділивши масу дерева m на повний об'єм шматочка V :

$$\rho = \frac{m}{V} .$$

Або:

$$\rho = \frac{\rho_{\text{в}} \Delta V}{V} .$$

№ 91. Виходять з того, що однакові ваги речовин у мензурці спричинять однакове її занурення. Насипають певну кількість піску, висотою h_1 в пробірку, щоб вона плавала, і фіксують глибину її занурення. Із пробірки висипають

пісок і заливають у пробірку води стільки, щоб занурення було до тієї самої поділки. Висота стовпчика води в пробірці тепер буде h_2 . Тому:

$$m_1 = m_2 .$$

Оскільки:

$$m = \rho V ,$$

то останню рівність можна записати по-іншому:

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2 ,$$

де ρ_1, ρ_2 – густини піску та води, відповідно; V_1, V_2 – об'єми піску та води, відповідно.

Враховують висоту піску h_1 та висоту води h_2 в пробірці, останній запис набере вигляду:

$$\rho_1 S h_1 = \rho_2 S h_2 .$$

Скоротивши площу перерізу S , отримують:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 .$$

Із отриманого виразу шукана густина піску буде:

$$\rho_1 = \rho_2 \frac{h_2}{h_1} .$$

№ 92. Пробірку наповнюють до половини водою і опускають в мензурку з водою. Фіксують висоту її занурення h_1 та висоту водяного стовпчика в ній h_2 . Повторюють дослід з невідомою рідиною: її наливають у пробірку стільки, щоб глибина занурення мензурки була теж h_2 . Вимірюють висоту стовпчика невідомої рідини h_3 . Для обох випадків записують умову плавання:

$$P_1 + P_2 = \rho g V_1 ,$$

$$P_1 + P_2 = \rho g V_1 ,$$

де P_1, P_2, P_3 – вага пробірки, вага води в пробірці, вага невідомої рідини в пробірці, відповідно; ρ – густина води; V_1 – об'єм води, витіснений пробіркою. Розв'язують систему рівнянь і знаходять:

$$P_2 = P_3 .$$

Або:

$$m_2 = m_3 .$$

Відповідно:

$$\rho V_2 = \rho_3 V_3 .$$

Враховують однаковість перерізу пробірки в обох випадках, отримують:

$$\rho h_2 = \rho_3 h_3 .$$

Нарешті:

$$\rho_3 = \frac{\rho}{h_3} h_2 .$$

№ 93. За допомогою динамометра зважують циліндрик перший раз у повітрі і знаходять його вагу P , потім – в рідині і знаходять його вагу P_1 . Для другого випадку:

$$P_1 = P - \rho g V ,$$

звідки:

$$\rho = \frac{P - P_1}{g V} .$$

Об'єм циліндрика V можна знайти двома способами. Перший:

$$V = \frac{m}{\rho_1} = \frac{P}{g \rho_1} .$$

Другий:

$$V = S \cdot h = \frac{\pi d^2}{4} h ,$$

де ρ_1 – густина сталі; d – діаметр циліндрика; h – висота циліндрика.

№ 94. Виходять із формули густини:

$$\rho = \frac{m}{V} .$$

Масу пластиліну m знаходять зважуванням. Із пластиліну роблять циліндр, а його об'єм V знаходять так:

$$V = S \cdot h ,$$

де S – площа основи циліндра, а h – його висота.

Площу основи циліндра шукають як площу круга:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} .$$

Після підстановки отримують:

$$\rho = \frac{4 m}{\pi h d^2} .$$

№ 95. З пластиліну роблять «човник», який би плавав на воді. Записують умову плавання «човника»:

$$m g = \rho_{\text{в}} g V_1 ,$$

де V_1 – об'єм зануреної частини «човника» (вимірюють довжину a , ширину b та висоту h зануреної частини «човника»), яку шукають так:

$$V_1 = a d h .$$

Масу пластиліну подають так:

$$m = \rho_{\text{п}} V ,$$

де V – об’єм пластиліну. Щоб визначити цей об’єм, з пластиліну виготовляють кубик з ребром X :

$$V = X^3 .$$

Із врахуванням сказаного, отримують:

$$\rho = \frac{\rho_B V_1}{V} = \frac{\rho_B a b h}{X^3} ,$$

де ρ_B – густина води.

№ 96. Ставлять гумку на найменшу грань і зрівноважують на ній лінійку. На кінці лінійки одночасно кладуть олівець та ручку. Предмет, який опуститься вниз і буде важчим.

№ 97. З допомогою паралелепіпеда знаходять густину дерева:

$$\rho = \frac{m_1}{V_1} .$$

Об’єм паралелепіпеда шукають так:

$$V_1 = a b h ,$$

де a, b, h – довжина, ширина і висота паралелепіпеда, відповідно.

Об’єм шматка деревини неправильної форми знаходять так:

$$V = \frac{m_2}{\rho} ,$$

де m_2 – маса шматка речовини неправильної форми (знаходять зважуванням).

Остаточний вираз для знаходження шуканої величини записують так:

$$V = \frac{a b h m_2}{m_1} .$$

№ 98. Стискають ніжки пінцета і надівають на них нитяну петлю так, щоб ніжки майже торкались одна одної. Притискають до аркуша паперу кінці ніжок пінцета і позначають їх краї. З обох боків ніжок кладуть монети і,

притримуючи пінцет рукою, стягують петлю з ніжок [4, с.40-41]. Фіксують відстані, на які перемістяться монети. Маса тієї монети, яка пройшла меншу відстань буде більшою, і навпаки.

№ 99. Вважають Δm – кількість води, яка витікає за одиницю часу; t – час витікання води з трубки; m – маса води, яка витікає з трубки. Тоді:

$$\Delta m = \frac{m}{t}.$$

Кількість води, яка витікає за одиницю часу, може бути представлена по-іншому:

$$\Delta m = \rho S v ,$$

де S – площа перерізу трубки, v – швидкість витікання води в горизонтальному напрямі. Прирівнюють праві частини обох виразів, враховуючи, що:

$$m = \rho V ,$$

$$S = \frac{\pi d^2}{4} .$$

У цих виразах: V – об'єм води, яка вилілась із трубки, d – діаметр трубки.

Отримують:

$$\frac{\rho V}{t} = \rho \frac{\pi d^2}{4} v .$$

Із отриманого виразу знаходять шукану швидкість:

$$v = \frac{4 V}{t \pi d^2} .$$

Діаметр трубки d вимірюють штангенциркулем, а об'єм води, що витекла – мензуркою [11, с.19].

№ 100. Скляну пластинку кладуть на стіл. На неї ставлять стакан і легенько притискують його до пластинки. Піднімають стакан і показують, що пластинка не прилипає до дна стакана, а залишається на столі.

Змочують пластинку або дно стакана водою. Знову ставлять стакан на пластинку і, легенько притискуючи його до пластинки, піднімають. Пластинка, яка утримується силами молекулярної взаємодії, піднімається разом із стаканом [16, с.28].

№ 101. Пластинку підвішують до пружини і закріплюють у штативі. Знизу підносять скляну посудину з водою, свідкуючись за тим, щоб поверхня води була паралельна пластинці (Рис. 15). Змочивши нижню поверхню пластинки водою, посудину повільно опускають. Помічають, що розтяг пружини збільшився, що свідчить про наявність молекулярного зчеплення між молекулами води і скла [16, с.28].

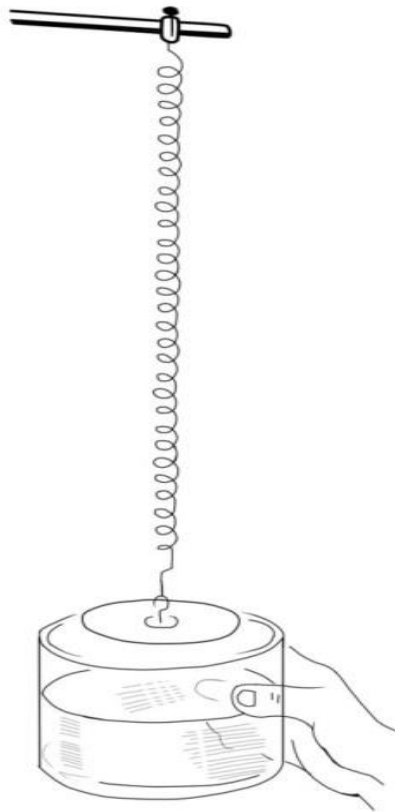


Рис. 15.

№ 102. Пластини кладуть одна на одну і переконуються, що їх розщепити вздовж горизонту легше, ніж у вертикальному напрямі. Це доводить існування взаємодії між двома скляними пластинами.

№ 103. Заряджають паличку, натерши її хутром. Цією паличкою заряджають клаптик вати. Останній відштовхуючись підніметься над паличкою (Рис. 16). Підставляючи заряджену паличку під падаючий заряджений клаптик вати, примушують її «літати».



Рис. 16.

№ 104. Кладуть дерев'яну лінійку на лампочку і підбирають таке її положення, щоб вона була зрівноважена і розміщена горизонтально. Підносять наелектризовану хутром ебонітову паличку до одного з кінців лінійки, не торкаючись (на відстань 2 – 3 см). Спостерігають обертання лінійки.

№ 105. По черзі підносять стержень до середини іншого стержня. Той стержень, який притягується до середини іншого, і є магнітом.

№ 106. Складають установку (Рис. 17). Однойменні магнітні полюси відштовхуються. Той полюс магніту, який притягується до північного, буде південний. І навпаки.

№ 107. Один із стержнів підвішують за середину і до його кінців по черзі підносять інший (різними кінцями). Якщо перший повертається, то другий стержень не намагнічений.

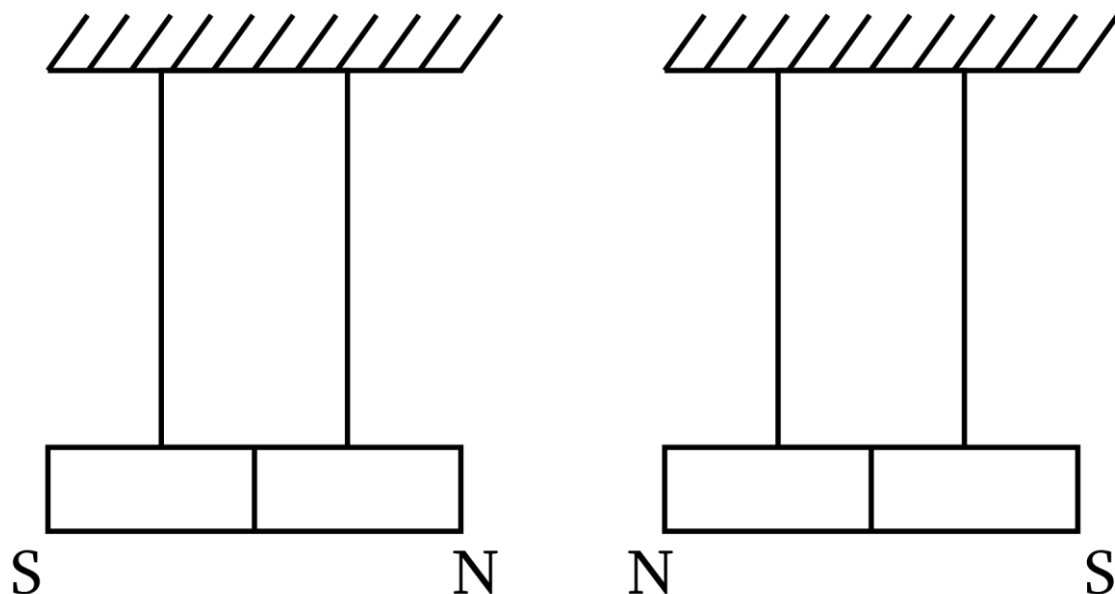


Рис. 17.

№ 108. Якщо магнітна стрілка «реагує» на піднесення цвяху до обох полюсів, то цвях – не намагнічений.

№ 109. Затискають в руці олівець і нанизують один магніт. Далі – нанизують другий магніт. Якщо другий магніт зависає у повітрі, то відбувається взаємодія однойменних полюсів (відштовхування). Коли ж магніти зчепились, то верхній магніт повертають протилежним боком.

№ 110. Розтягують пружину динамометра до поділки 4 Н. Саме такої величини буде сила пружності пружини F_x . За допомогою лінійки вимірюють видовження пружини x . Тоді із закону Гука коефіцієнт жорсткості буде:

$$k = \frac{F_x}{x}.$$

№ 111. На штативі підвішують динамометр за його ж гачок. Оскільки динамометр має вагу, то його пружина видовжиться на величину $\Delta\ell$, яку вимірюють лінійкою. Оскільки динамометр не рухається, то його вага P урівноважується силою пружності $F_{\text{пр}}$, яку показує динамометр, тобто:

$$F_{\text{пр}} = P.$$

Згідно із законом Гука:

$$F_{\text{пр}} = k \Delta \ell ,$$

звідки жорсткість пружини динамометра k буде рівна:

$$k = \frac{F_{\text{пр}}}{\Delta \ell} .$$

№ 112. З мідної дротини виготовляють пружину, намотуючи її на олівець. Саморобну пружину закріплюють у штативі і підвішують до неї тягарець: сила пружності F_x буде рівна силі, з якою тягарець діє на пружину. Лінійкою вимірюють видовження x пружини і знаходять коефіцієнт жорсткості k за законом Гука:

$$k = \frac{F_x}{x} .$$

№ 113. Зважують один із магнітів з допомогою динамометра. Підвішений на динамометрі магніт наближають до іншого. Від найбільшого показу динамометра віднімають вагу підвішеного магніту.

№ 114. Підвішують циліндр до гумового шнуру (зважують у повітрі) і фіксують, відносно лінійки, розтяг x_1 . Далі опускають циліндр в стакан з водою і фіксують інший розтяг x_2 . Для обох випадків записують умову рівноваги:

$$m g = k x_1 ,$$

$$m g - \rho g V = k x_2 .$$

Розв'язують систему рівнянь і знаходять:

$$k = \frac{\rho g V}{x_1 - x_2} ,$$

де ρ – густина води, k – жорсткість гумового шнуру; V – об'єм циліндра.

Об'єм циліндра знаходять так:

$$V = S h = \frac{\pi d^2}{4} h ,$$

де S , d , h – площа основи циліндра, його діаметр та висота, відповідно.

№ 115. На штативі підвішують динамометр, а до його гачка – кільцевий магніт. Попередньо магніт обмотують нитками так, щоб кільце магніту, підвішеного до динамометра, було паралельне площині стола.

З низу, до підвішеного кільцевого магніту, підносять інший кільцевий магніт, паралельно першому. Знаходять положення, коли сила взаємодії буде найбільша (між магнітами є деяка відстань). Величину цієї сили фіксують з допомогою динамометра.

№ 116. Динамометр з круглою шкалою закріплюють в штативі. До нижнього його гачка чіпляють тягарець 1 Н. Помічають, що стрілка динамометра відхилилась за годинниковою стрілкою до поділки 1 Н.

Знімають тягарець. На опорний столик динамометра ставлять гирю, масою 500 грамів. Помічають, що стрілка динамометра теж відхилилась за годинниковою стрілкою до поділки 5 Н.

Розглядають випадок, коли до гачка динамометра вчепили тягарець вагою 1Н і на опорний столик поставлено гирю 500 грамів. Помічають, що стрілка динамометра відхилилась за годинниковою стрілкою на 6 Н.

Роблять висновок: рівнодійна двох сил, напрямлених по одній прямій в одну сторону, рівна сумі цих сил і спрямована в той же бік.

Зображають даний факт графічно (Рис. 18).

№ 117. Динамометр з круглою шкалою закріплюють в штативі. До його нижнього гачка чіпляють 4 тягарці, вагою 1 Н кожний. Стрілка динамометра відхиляється за годинниковою стрілкою до поділки 4Н. Стверджують, що ця сила спрямована вздовж осі динамометра вниз.

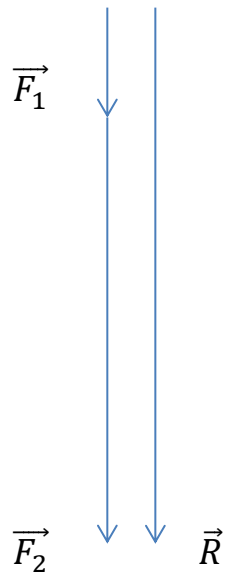


Рис. 18.

Знімають тягарці і до верхнього гачка динамометра з круглою шкалою чіпляють трубчастий динамометр. Розтягують його так, щоб динамометр з круглою шкалою показував 3Н. Фіксують, що стрілка першого динамометра відхиляється проти годинникової стрілки. Стверджують, що по відношенню до першого випадку, в другому сила теж напрямлена вздовж стержня динамометра з круглою шкалою, але в протилежну сторону.

Розглядають випадок, коли одночасно до нижнього гачка динамометра з круглою шкалою прикладено силу 4 Н, а на верхній його гачок вгору діє трубчастий динамометр із силою 3Н. Помічають, що стрілка динамометра з круглою шкалою відхилилась до поділки 1 Н за годинниковою стрілкою.

Роблять висновок: рівнодійна двох сил, напрямлених по одній прямій в різні боки, рівна різниці цих сил, спрямована по тій же прямій в бік більшої сили (Рис. 19).

№ 118. На штативі підвішують пружину і поряд з нею закріплюють лінійку. Підвішують тягарець вагою 1 Н і фіксують розтяг пружини. Далі підвішують два тягарці і помічають, що пружина розтягнулась на відстань, в двічі більшу. Аналогічні операції проводять з трьома та чотирма тягарцями.

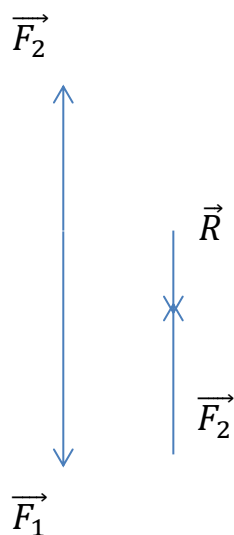


Рис. 19.

Наголошують, що рівнодійна кількох сил, напрямлених по одній прямій, рівна їх сумі і напрямлена в той же бік. Отриманий факт зображають графічно (Рис. 20).

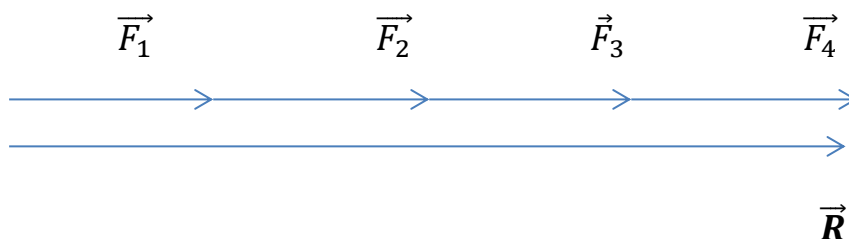


Рис. 20.

На стіл, навпроти тягарця, кладуть шматок поролону і ножицями перерізають нитку. Тягарець рухається, оскільки на нього з боку Землі діє тільки сила тяжіння.

№ 119. До одного кінця нитки прив'язують стальну кульку за гачок, а іншим кінцем – підвішують на штативі (маятник). Нитка, під дією сили земного тяжіння, набуває певного незмінного напрямку. Відхиляють кульку і відпускають. Через певний час кулька повертається в положення, при якому підвіс буде вертикальним. Такий прилад ще називають виском.

Якщо нитку перерізати ножицями, кулька впаде вертикально під дією сили тяжіння.

Висок використовують у будівництві для з'ясування вертикальності стін, які будуються, а також для встановлення приладів, де важливим елементом є їх вертикальність (терези, теодоліт тощо)[15, с.31].

№ 120. Рівень води в мензурці зросте на об'єм тіла неправильної форми. Щоб знайти об'єм цього тіла, його зважують з допомогою динамометра. Тоді:

$$P = m g .$$

Об'єм циліндрика знаходять так:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{P}{\rho g} ,$$

де ρ – густина алюмінію.

№ 121. Підвішують тіло відомої маси m_1 до динамометра і знаходять його вагу:

$$P_1 = m_1 g .$$

Підвішують динамометр за його гачок. Пружина динамометра розтягнеться під дією його власної ваги:

$$P_2 = m_2 g .$$

Ділять перше рівняння на друге і отримують:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2} .$$

З цієї рівності знаходять масу динамометра:

$$m_2 = m_1 \frac{P_2}{P_1} .$$

№ 122. Підвішують один тягарець. Фіксують показ динамометра 1 Н. Піднімають динамометр з підвішеним тягарцем вгору і опускають. Помічають, що показ динамометра – 0 Н. Отже, тягарець не розтягує пружину, бо немає ваги.

Експеримент проводять кілька разів: з двома, трьома та чотирма тягарцями.

№ 123. Відмотують 30 см нитки і чіпляють тягарець. Котушку одягають на стержень, на якому вона легко обертається.

Відпускають стержень з катушкою та підвішеним тягарцем з висоти 1,5 м на поролон. З допомогою лінійки переконуються, що нитка при падінні не розмотується. Отже, при падінні тягарець не розмотував нитку, тобто був невагомим.

№ 124. На середині смужки картону розташовують гирю. Смужку тримають руками за кінці. Спостерігають суттєвий прогин смужки під дією гирі.

Дають змогу цій системі вільно падати. Помічають, що смужка випрямляється.

№ 125. Один кінець паперової смужки закріплюють на краю стола гирею 2 кг. Інший – закріплюють між дощечкою та гирею 0,5 кг і тримають в руках. Якщо меншу гирю з дощечкою опускати повільно, то смужка рветься.

Коли ж дати можливість меншій гирі з дощечкою падати вільно, то смужка залишається цілою.

Отже, при вільному падінні менша гиря не тисне на листок і дощечку, адже під час вільного падіння тіло немає ваги.

№ 126. Один кільцевий керамічний магніт кладуть на стіл; в його отвір вставляють алюмінієвий стержень і утримують магніт нерухомим. Зверху на стержень нанизують такий самий магніт так, щоб ближні полюси магнітів були однойменними. Верхній магніт зависає.

Оскільки верхній магніт зависає (нерухомий), то сила тяжіння і сила відштовхування з боку нижнього магніту зрівноважені. Щоб знайти величину сили, яка діє на верхній магніт з боку нижнього, необхідно зважити верхній магніт. З допомогою нитки верхній магніт підвішують до динамометра і знаходять величину сили тяжіння. Значення цієї сили дорівнюватиме величині сили, яка діє на верхній магніт з боку нижнього.

№ 127. Верхній кінець гумового шнуру закріплюють в штативі. До її нижнього кінця підвішують тягарець. Під дією тягарця нитка видовжиться і тягарець перестане рухатись. Оскільки тягарець нерухомий, то сила земного тяжіння і сила натягу шнуру рівні за величиною (компенсуються).

№ 128. На гладеньку дошку кладуть брусок. Один кінець дошки повільно піднімають і помічають, що брусок нерухомий. Продовжують піднімати кінець дошки до тих пір, поки брусок не почне рухатись. Стверджують, що до початку руху бруска його утримувала сила. Це і є сила тертя.

№ 129. Знаходять положення шнура, при якому він почне рухатись. Частина шнура, яка знаходиться на столі буде рухатись під дією сили $m_1 g$ (сила тяжіння, що діє на звисаючу частину). На частину шнура, яка знаходиться на столі, діятиме реакція опори столу:

$$N = m_2 g .$$

Оскільки, сила тертя і сила, яка зумовлює рух, однакові, то:

$$F_T = m_1 g .$$

Із зв'язку сили тертя та сили реакції опори ($F_T = \mu N$) записують:

$$m_1 g = \mu m_2 g .$$

Виражають обидві маси через густину і об'єм:

$$m_1 = \rho S \ell_1 ;$$

$$m_2 = \rho S \ell_2 .$$

Підставляють обидва вирази в останню рівність і отримують:

$$\mu = \frac{\ell_1}{\ell_2} .$$

Довжини шнуру вимірюють лінійкою.

№ 130. Брусок тягнуть рівномірно з допомогою пружини, тоді сили пружності і тертя рівні:

$$F_{\text{пр}} = F_T ,$$

або:

$$kx_1 = \mu mg ,$$

де k – жорсткість пружини, x_1 – видовження пружини; μ – коефіцієнт тертя.

Жорсткість пружини знаходять підвісивши брусок до пружини (зважують), тоді:

$$mg = kx_2 ,$$

де x_2 – видовження пружини при зважуванні.

Розв'язують систему двох останніх рівнянь і знаходять:

$$\mu = \frac{x_1}{x_2} .$$

№ 131. Брусок, навантажений двома тягарцями, кладуть на дошку і рівномірно тягнуть динамометром. Динамометр показує силу тертя ковзання.

Два круглих олівці кладуть на дошку і зверху, на олівці, кладуть навантажений двома тягарцями брусок. Динамометром рівномірно тягнуть брусок, і на його шкалі фіксують силу тертя кочення.

Переконуються, що сила тертя кочення менша за силу тертя ковзання.

№ 132. З допомогою динамометра зважують брусок і знаходять його вагу.

Брусок рівномірно тягнуть по дощечці з допомогою динамометра. Його покази дають силу тертя ковзання.

Порівнюють значення ваги та сили тертя ковзання і переконуються, що вага більша за силу тертя.

№ 133. Навантажений двома тягарцями брусок рівномірно тягнуть динамометром; спочатку – по дерев'яній дошці; потім – по листку паперу; далі – по наждачному папері. Знаходять три значення сили тертя ковзання (за показами динамометра). Помічають, що сила тертя найбільша в тому випадку, коли найбільша шорсткість поверхні (наждачний папір), а найменша – коли найменша шорсткість (папір).

№ 134. Дерев'яний брусок, зачеплений динамометром, рівномірно тягнуть в горизонтальному напрямі по гладкій дошці. При цьому динамометр показує силу тертя. Експеримент проводять тричі для кожної із суміжних граней бруска. Переконуються, що в кожному з випадків сили тертя однакові.

№ 135. Тиск цеглини на поверхню столу шукають так:

$$P = \frac{F}{S},$$

де F – сила, з якою цеглина тисне на стіл; S – площа основи цеглини ($S = a b$).

Сила тиску на поверхню столу є вага цеглини, тобто:

$$F = mg ,$$

або:

$$F = \rho g V ,$$

де ρ – густина матеріалу цеглини, яку знаходять з таблиці густин; V – об'єм цеглини, який шукають з допомогою лінійки ($V = abh$; h – висота цеглини).

Після підстановки отримують:

$$P = \frac{\rho g V}{S} = \rho g h .$$

№ 136. Шукають площу основи бруска:

$$S = ab ,$$

де a та b – довжина та ширина бруска, відповідно.

У першому випадку на поверхню столу з боку бруска діятиме сила F_1 , яка рівна вазі бруска (знаходять зважуванням бруска з допомогою динамометра). У другому випадку на стіл діятиме сила:

$$F_2 = F + 1\text{Н} .$$

У третьому випадку на стіл діятиме сила:

$$F_3 = F_2 + 1\text{Н} = F_1 + 2\text{Н} .$$

Для кожного з випадків тиск на поверхню столу буде:

$$P_1 = \frac{F_1}{S} ;$$

$$P_2 = \frac{F_2}{S} ;$$

$$P_3 = \frac{F_3}{S} .$$

№ 137. Визначають тиск для трьох випадків: брусок на меншій за площею S_1 стороні, проміжній (S_2) та на найбільшій за площею (S_3). Формула для підрахунку буде, для кожного випадку, відповідно:

$$P_1 = \frac{F}{S_1},$$

$$P_2 = \frac{F}{S_2},$$

$$P_3 = \frac{F}{S_3}.$$

№ 138. Тиск шукають за формулою:

$$P = \frac{F}{S},$$

де F – ваша вага, а S – площа ваших двох кросівок.

Площу знаходять наближено, обвівши ступню, поставлену на листок, олівцем. Коли людина стоїть, то площа, на яку вона тисне, в 2 рази більша, ніж коли людина йде пішки. У другому випадку тиск знаходять так:

$$P = \frac{2F}{S}.$$

№ 139. Спочатку виражають масу циліндра m через густину ρ та об'єм V :

$$m = \rho V.$$

Об'єм циліндра шукають як добуток площі його основи S на висоту h :

$$V = S \cdot h.$$

Сила, з якою циліндр тисне на підручник, буде:

$$F = m g = \rho S h g.$$

Отже, тиск, який чинить брусок на підручник буде:

$$P = \frac{F}{S} = \rho g h .$$

№ 140. З допомогою лінійки шукають площу основи бруска S (множать довжину бруска на ширину). Далі – зважують брусок динамометром і знаходять вагу $m g$. Тиск бруска на стіл визначають за означенням тиску:

$$P = \frac{m g + m_1 g}{S} ,$$

де $m_1 g$ – вага тягарців, якими навантажено брусок.

№ 141. За допомогою лінійки вимірюють діаметр гирі d . Площу основи гирі S шукають так:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} .$$

Тиск гирі на стіл шукають так:

$$P = \frac{4 m g}{\pi d^2} ,$$

де m – маса гирі, а $m g$ – її вага.

№ 142. «Гелієву» кульку наповнюють водою, вставляють в неї г-подібну прозору пластмасову трубку та закріплюють ниткою. На заповнену водою кульку ставлять гирю масою 50 грамів. Вода в трубці підніметься до певної поділки (фіксують лінійкою).

На місце гирі масою 50 грамів ставлять іншу, масою 200 грамів. Помічають, що рівень води в трубці суттєво збільшується.

Стверджують, що тиск в рідинах передається.

№ 143. В одну з «гелієвих» трубок вставляють скляну трубку з краном і щільно обмотують ниткою. Відкривають кран і нагнітають повітря в кульку. Інший кінець трубки з'єднують з ненаповненою кулькою і щільно обмотують ниткою. Відкривають кран і помічають, що друга кулька – роздувається.

Стверджують, що в газах тиск передається.

№ 144. Барометром (Рис. 21) вимірюють тиск повітря двічі: перший раз – на поверхні землі (P_1), другий раз – на останньому поверсі (P_2).



Рис. 21.

Оскільки тиск на поверхні землі викликаний висотою H атмосферного стовпа, то його величину можна подати так:

$$P_1 = \rho g H,$$

де ρ – густина повітря; $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

На останньому поверсі тиск P_2 буде менший на висоту останнього поверху h , тому:

$$P_2 = \rho g (H - h).$$

В останню рівність підставляють попередню і отримують:

$$P_2 = P_1 - \rho g h.$$

Із отриманого виразу визначають шукану висоту:

$$h = \frac{P_1 - P_2}{\rho g}.$$

№ 145. Гумову грушу з'єднують з манометром за допомогою гумового шлангу. На гумову грушу кладуть дощечку, на яку по черзі ставлять гирі. Фіксують покази манометра в обох випадках.

Роблять висновок: важча гиря викликає більшу різницю в показах манометра.

№ 146. Нагнітальний насос з'єднують з металевим манометром з допомогою гумового шлангу. Після кожного нагнітання стрілка манометра відхиляється на певний кут. Після кожного нагнітання на «шкалі» манометра ставлять поділки: 1; 2; 3; 4 Це і буде шкала манометра в умовних одиницях.

№ 147. Ножицями відрізають дно пляшки. Один кінець гумового шлангу з'єднують з манометром, інший – вставляють в шийку пляшки на 4-5 см і щільно заліплюють пластиліном. Занурюють пляшку дном вертикально у воду; фіксують зміну показів манометра. Чим глибше занурюють пляшку у воду, тим різниця показів манометра зростає. Роблять висновок: із глибиною занурення в рідину тиск зростає.

№ 148. Один кінець гумового шлангу вставляють в «гелієву» кульку та щільно зав'язують ниткою. Відкривають кран і наповнюють кульку повітрям до об'єму, в 2-3 рази більшого від початкового, і закривають кран. Інший кінець гумового шлангу з'єднують з манометром. Відкривають кран, фіксують тиск, який покаже манометр. Далі: кульку занурюють у воду, помічають ще більше зростання тиску. Із глибиною занурення кульки в посудину з водою помічають зростання тиску манометра. Роблять висновок: із глибиною занурення в рідину тиск зростає.

№ 149. До гачка пластини прив'язують нитку, пропускають її крізь скляну трубку і натягують так, щоб пластинка міцно притискувалась до дна циліндра. Скляний циліндр опускають вертикально у воду так, щоб скляна

пластинка була знизу (її ще називають «відкидним дном»). Пластинка міцно тримається біля трубки, нитку вже не потрібно натягувати.

Стаканом наливають воду в циліндр. Помічають, що дно відпадає тоді, коли рівні води в посудині і циліндрі співпадають. Це означає однаковість тиску на одній глибині: тиск рідини на дно циліндра зверху вниз і знизу вгору однаковий [27, с.59].

№ 150. Один кінець гумового шлангу з'єднують з манометром, а в інший вставляють голку від шприца. Голкою проколюють пляшку і на манометрі помічають зростання тиску. Висновок: тиск у пляшці мінеральної води більший, ніж атмосферний.

№ 151. Один кінець гумового шлангу з'єднують із трубкою колби, а інший – з манометром. Колбу поміщають під кран і охолоджують струменем води. Помічають зміну рівнів манометра. Рідина в коліні манометра, яке з'єднано з колбою, піднімається. Стверджують, що при охолодженні газу стискаються.

№ 152. Трубку колби занурюють в посудину з водою і нагрівають долонями. Тиск повітря зростає, про що свідчить поява повітряних бульбашок, які у воді виходять із скляної трубки.

№ 153. Один кінець гумового шлангу з'єднують із трубкою колби, а інший – з манометром. Колбу опускають у посудину з водою. У посудину з водою, з електричного чайника, поступово підливають у посудину з водою кип'яток. Помічають зміну рівнів манометра. Рідина в коліні манометра, яке з'єднано з колбою, опускається. Стверджують, що при нагріванні газу розширюються.

№ 154. У кінці гумового шлангу вставляють скляні трубки. Гумовий шланг розташовують по поверхні столу, а трубки – вертикально. Утворюються

сполучені посудини. В одну із скляних трубок заливають воду до тих пір, доки вода в них не підніметься орієнтовно до половини кожної скляної трубки.

Якщо стіл горизонтальний, то висота водяного стовпчика в обох скляних трубках буде однакою (висота вимірюється лінійкою від поверхні столу до вільної поверхні води в трубці).

№ 155. Наповнюють тонку трубку водою. Відкритий отвір закривають пальцем, перевертають трубку на 180° , занурюють у кювету з водою і забирають палець (Рис. 22). Частина води з трубки витече в кювету, а інша частина – перебуватиме в трубці. Лінійкою вимірюють висоту водяного стовпа (відносно рівня води в кюветі). Це і буде атмосферний тиск у міліметрах водяного стовпа.

№ 156. Піпеткою набирають воду і виливають її в мензурку стільки разів N , щоб вода досягла поділки $V = 10$ мл мензурки. Тоді стає очевидним, що

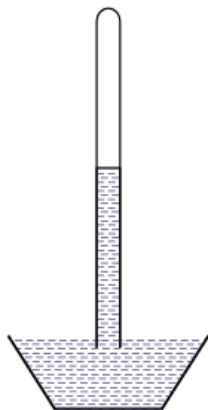


Рис. 22.

для наповнення мензурки до поділки 200 мл потрібно використати піпетку N_1 разів, тобто:

$$N_1 = \frac{300}{10} N.$$

Фізична суть використання піпетки. Коли натиснути на гумову частину піпетки, з неї вийде повітря. Якщо тепер занурити піпетку гострою частиною у воду і перестати натискати на гумову частину, то в піпетці буде тиск, менший від атмосферного. Під дією атмосферного тиску вода зайде в піпетку.

№ 157. Одним отвором опускають скляну трубку на деяку глибину у воду, яку попередньо фіксують з допомогою фломастера. Верхній отвір закривають пальцем і виймають трубку. Переміщують незакритий кінець трубки в мензурку і відкривають верхній отвір (прибирають палець). Такі дії виконують доти, доки в мензурці не буде 150 мл води.

Фізична суть використання трубки. Коли трубку вставити у воду, вона заповнюється водою до тих пір, поки рівні води в посудині і трубці не зрівняються. Коли закрити інший отвір пальцем і вийняти трубку, в ній «утримуватиметься» вода. Якщо б вода вилитася, то між пальцем і водою трубки тиск був би менший атмосферного, що неможливо. Воду «утримує» атмосферний тиск.

№ 158. Міряють тиск за допомогою барометра-анероїда на першому поверсі і на третьому. Порівнюють величини.

№ 159. Шийку шприца вставляють у воду, а поршень шприца тягнуть «на себе». Шприц наповнюється водою.

Оскільки, при русі поршня в середині шприца тиск зменшується, то завдяки наявності атмосферного тиску, який діє на поверхню рідини, вода заповнює шприц.

№ 160. Скляну трубку, з краном по середині, з'єднують з «гелієвою» трубкою і щільно закріплюють ниткою. Відкривають кран і наповнюють кульку повітрям. Закривають кран. Інший кінець трубки з'єднують з металевим манометром за допомогою гумового шлангу. Відкривають кран, записують тиск P_0 , який показує манометр. Тиск повітря в середині «гелієвої» трубки шукають так:

$$P = P_0 + P_{\text{атм}},$$

де $P_{\text{атм}}$ – атмосферний тиск, виміряний барометром-анероїдом.

№ 161. У порожню пляшку набирають воду, закривають пальцем, перевертають догори дном і вставляють шийкою у воду, яка міститься в посудині. Забирають палець і помічають, що вода з пляшки не виливається. Пояснюють даний факт наявністю атмосферного тиску: якби вода виливалась, то в середині пляшки тиск був би менший за атмосферний; під дією атмосферного тиску вода знову заповнила б пляшку.

№ 162. У нижній частині пластмасової пляшки роблять кілька отворів з допомогою шила. Пляшку занурюють у воду. Наповнену водою пляшку закручують щільно корком у воді. Виймають пляшку: вода з неї не виливається. Причиною є атмосферний тиск. Відкривають кришку пляшки, вода виливається струменями із кожного отвору. Стверджують, що причиною виливання є сила тяжіння.

№ 163. За допомогою гумового шлангу з'єднують колбу з розріджувальним насосом. Відкривають кран і відкачують повітря з колби. Закривають кран, від'єднують гумовий шланг. Скляну трубку колби вертикально занурюють у воду. Відкривають кран і помічають утворення фонтану. Даний факт пояснюють наявністю атмосферного тиску, який більший від тиску в колбі.

№ 164. Колбу з'єднують гумовим шлангом з мікроманометром і поміщають в посудину з водою. Вважають, що вода має кімнатну температуру t_1 (її показує настінний термометр). Початковий тиск повітря в колбі P_1 вважають таким, як атмосферний. Його величину вимірюють барометром-анероїдом. У посудину з водою доливають з електричного чайника кип'яток. Вода в посудині нагріється, тепло передається повітрю, яким заповнена колба. Встановиться нова температура повітря t_2 , яку потрібно визначити, і новий тиск P_2 .

Із нагріванням повітря тиск зростає: чим більша температура, тим більший тиск (прямо пропорційна залежність). Можна вважати справедливими такі рівності:

$$P_1 = \alpha t_1 ,$$

$$P_2 = \alpha t_2 .$$

Ділять друге рівняння на перше і отримують:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{t_2}{t_1} .$$

Із отриманого виразу невідома температура t_2 буде:

$$t_2 = t_1 \frac{P_2}{P_1} .$$

Кінцевий тиск P_2 знаходять як суму атмосферного тиску P_1 та показу мікроманометра ΔP , тобто:

$$P_2 = P_1 + \Delta P .$$

Остаточно отримують:

$$t_2 = t_1 \frac{P_1 + \Delta P}{P_1} .$$

№ 165. Мензурку наповнюють водою трошки більше половини. У пробірку насипають стільки піску, щоб вона плавала. Вимірюють лінійкою висоту піску в пробірці h_1 та фіксують глибину занурення мензурки. Далі замість піску у пробірку наливають воду, щоб глибина занурення була такою ж. Висоту води в пробірці h_2 вимірюють лінійкою. На основі умов плавання тіл для кожного випадку отримують:

$$\rho_{\text{п}} S h_1 g = \rho_{\text{в}} S h_2 g ,$$

де $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{в}}$ – густини піску та води, відповідно; S – площа перерізу пробірки; $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Остаточо:

$$\rho_{\text{п}} = \rho_{\text{в}} \frac{h_2}{h_1} .$$

Неточність методу викликана наявністю сферичної поверхні дна пробірки.

№ 166. Мензурку наповнюють водою трошки більше половини. У пробірку насипають стільки піску, щоб вона плавала і фіксують рівень піску лінійкою. Далі досипають ще пісок і фіксують новий рівень піску і глибину занурення мензурки. Вимірюють висоту рівнів піску h_1 . Пісок висипають, а на його місце наливають стільки води, щоб пробірка була занурена однаково як і у випадку другого наповнення піском. Знаходять різницю рівнів води і піску h_2 (після другого досипання). Остаточо:

$$\rho_{\text{п}} = \rho_{\text{в}} \frac{h_2}{h_1} .$$

№ 167. Посудину наповнюють водою більше половини і знаходять об'єм води як бруска:

$$V_1 = a b h .$$

Опускають тіло у воду та знаходять новий об'єм води:

$$V_2 = a b h_1 .$$

Знаходять різницю об'ємів:

$$\Delta V = V_1 - V_2 .$$

Оскільки маса витісненої води має таку ж масу як і тіло, то масу тіла знаходять так:

$$m = \rho_{\text{в}} \Delta V .$$

№ 168. Опускають тіло у воду. Вийнявши тіло з води, знаходять об'єм V зануреної частини (за мокрим слідом); це і буде об'єм витісненої води. Масу тіла m знаходять із умови плавання:

$$m g = \rho g V .$$

Остаточно:

$$m = \rho V .$$

№ 169. Опускають тіло у воду. Об'єм витісненої води V знаходять як добуток площі дна посудини S на висоту підняття води h :

$$V = S h = \frac{\pi d^2}{4} h ,$$

де d – діаметр дна циліндричного стакану.

Масу тіла m шукають із умови плавання:

$$m g = \rho g V .$$

Остаточно:

$$m = \rho V = \rho \frac{\pi d^2}{4} h .$$

№ 170. Тверде тіло зважують двічі, спочатку у повітрі та знаходять його масу m_1 , потім – у воді та знаходять його масу m_2 . Виходять Із виразу сили Архімеда:

$$F_A = (m_1 - m_2) g = \rho_B g V_T,$$

звідки об'єм тіла:

$$V_T = \frac{m_1 - m_2}{\rho_B}.$$

Зважують тіло в досліджуваній рідині і знаходять масу m_3 . За аналогічними міркуваннями знаходять густину досліджуваної рідини:

$$\rho_p = \frac{m_1 - m_3}{V_T} = \frac{m_1 - m_3}{m_1 - m_2} \rho_B.$$

№ 171. Поміщають пластилін у мензурку та знаходять його об'єм V . Далі з пластиліну виготовляють коробочку і кладуть її на воду, що в мензурці. Фіксують об'єм витісненої води V_1 . Записують умову плавання коробочки:

$$m g = \rho g V_1,$$

де m – маса пластиліну, ρ – густина води. Або:

$$m = \rho V_1.$$

Густина пластиліну ρ_1 буде:

$$\rho_1 = \frac{m}{V} = \frac{\rho V_1}{V}.$$

№ 172. Дерев'яний брусок із розміщеним на ньому вантажем не тоне у воді тоді, коли сила тяжіння, яка діятиме на брусок і цей вантаж, зрівноважиться силою Архімеда. Найбільший вантаж утримуватиметься тоді, коли верхня грань бруска зрівняється з поверхнею води.

Нехай V – об'єм не зануреної частини плаваючого на воді бруска, m – маса бруска, ρ – густина води. Тоді умова плавання буде:

$$m g = \rho g V,$$

звідки:

$$m = \rho V .$$

Розв'язання задачі зводиться до одержання розмірів не зануреної частини бруска. Враховуючи, що об'єм не зануреної частини

$$V_1 = a b \Delta h ,$$

де a , b , Δh – довжина бруска, ширина бруска та висота не зануреної частини бруска, шукану масу вантажу знаходять так:

$$m = \rho a b \Delta h .$$

№ 173. Опускають стержень у мензурку. Записують умову плавання стержня:

$$m g = \rho g V ,$$

або:

$$\rho_1 S H g = \rho g S h ,$$

де ρ_1 , ρ – густини стержня і води, відповідно; H – висота стержня; h – глибина занурення стержня у воду. З останнього виразу знаходять:

$$\rho_1 = \rho \frac{h}{H} .$$

№ 174. Двічі зважують циліндр: у повітрі і в воді. В обох випадках записують умову рівноваги тіла (циліндра):

$$m g = k x_1 ,$$

$$m g - \rho g V = k x_2 ,$$

де x_1 , x_2 – видовження пружини в першому і другому випадках, відповідно; ρ – густина води; V – об'єм циліндра. Із системи рівнянь знаходять жорсткість пружини:

$$k = \frac{\rho g V}{x_1 - x_2}.$$

Об'єм циліндра шукають так:

$$V = \frac{\pi d^2}{2},$$

де d – діаметр циліндра, h – його висота. Остаточню:

$$k = \frac{\rho g \pi d^2}{4(x_1 - x_2)}.$$

№ 175. Зважують тягарець у повітрі і знаходять його вагу P . Зважують тягарець у воді – P_1 . Оскільки тягарець нерухомий, то сили, які діють на нього компенсуються. На тягарець у воді діють три сили: сила тяжіння (P), спрямована вертикально вниз; сила пружності (P_1) і виштовхувальна сила F_a , напрямлені вгору. Тому:

$$P = P_1 + F_a.$$

Звідси:

$$F_a = P - P_1.$$

№ 176. Брусок тягнуть рівномірно динамометром по поверхні столу на відстань $\ell = 0,4$ м. Значення шуканої роботи знаходять так:

$$A = F \cdot \ell,$$

де F – показ динамометра при рівномірному пересуванні бруска.

№ 177. Брусок тягнуть рівномірно динамометром по похилій площині на відстань $\ell = 0,5$ м. Значення роботи знаходять так:

$$A = F \cdot \ell,$$

де F – показ динамометра при рівномірному пересуванні бруска по похилій площині.

№ 178. Роботу по підняттю циліндрика з води розглядають як суму робіт: роботи по підняттю циліндрика з води (поки верхня грань тіла не досягне поверхні води), і роботи піднімання тіла з рідини (поки нижня грань не досягне поверхні води):

$$A = A_1 + A_2 .$$

Під час виконання першої роботи сила Архімеда є стала:

$$A = (mg - F_A)H .$$

Під час виконання другої роботи сила Архімеда є змінна, тому доцільно брати середнє значення цієї сили:

$$A = \left(mg - \frac{F_A}{2} \right) h ,$$

де mg – сила тяжіння, яка діє на циліндр, H – висота підняття тіла в рідині; h – висота циліндрика.

Силу тяжіння mg шукають зважуванням циліндра у повітрі; силу Архімеда F_A – зважуванням циліндрика у воді. Нитку використовують тому, що гачок динамометра має коротку довжину.

№ 179. Роботу по підняттю циліндрика з води розглядають як суму робіт: роботи по підняттю циліндрика з води (поки верхня грань тіла не досягне поверхні води), і роботи піднімання тіла з рідини (поки нижня грань не досягне поверхні води):

$$A = A_1 + A_2 .$$

Під час виконання першої роботи сили Архімеда є стала:

$$A = (mg - F_A)H .$$

Під час виконання другої роботи сила Архімеда є змінна, тому доцільно брати середнє значення цієї сили:

$$A = \left(mg - \frac{F_A}{2} \right) h ,$$

де mg – сила тяжіння, яка діє на циліндр, H – висота підняття тіла в рідині; h – висота циліндрика.

Силу тяжіння знаходять за допомогою гідростатичного зважування. За умови рівноваги у повітрі та воді, відповідно, буде:

$$kx_1 = mg ,$$

$$kx_2 = mg - F_A ,$$

де x_1 та x_2 – видовження гумового шнуру у повітрі та воді, відповідно.

Розв'язують систему двох рівнянь і знаходять:

$$k = \frac{F_A}{x_1 - x_2} - \frac{\rho g V}{x_1 - x_2} ,$$

тоді:

$$mg = \frac{\rho g V x_1}{x_1 - x_2} .$$

Вираз сили тяжіння підставляють у формули робіт, додають і знаходять шукану роботу.

№ 180. Брусок утримується на воді за рахунок дії на нього сили Архімеда:

$$F = \rho g V ,$$

через розміри бруска:

$$F = \rho g a b \Delta h ,$$

де ρ – густина води; $a, b, \Delta h$ – довжина, ширина, висота не зануреної частини бруска, відповідно.

При зануренні бруска сила Архімеда зростає рівномірно від нуля до свого максимального значення, то для знаходження шуканої сили беруть середнє значення сили. Оскільки вода в посудині підніметься на $\Delta\ell$, то величина шуканої роботи буде: Δ

$$A = \frac{\rho g a b \Delta\ell}{2} .$$

№ 181. Брусок тягнуть за допомогою динамометра рівномірно і прямолінійно. У цьому випадку сила F , з якою тягнуть брусок з допомогою динамометра, і сила тертя будуть однаковими за величиною. Роботу, затрачену на перемагання сили тертя, шукають так:

$$A = F S ,$$

де S – відстань, яку проходить брусок в рівномірному русі (1,5 м – задана умовою).

Потужність знаходять так:

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

де t – час рівномірного руху бруска (вимірюють секундоміром).

№ 182. Потенціальну енергію тіла, піднятого над землею, знаходять на основі виразу:

$$E_{\text{п}} = m g h .$$

Вагу циліндрика mg знаходять зважуванням, а висоту – з допомогою лінійки (відносно поверхні стола $h = 0$ м).

№ 183. Лінійку розташовують вертикально. З висоти $h_1 = 1$ м відпускають кульку. Зіткнувшись із столом, кулька підскакує на висоту h_2 , яку фіксують з допомогою лінійки. Знаходять потенціальні енергії для обох висот:

$$E_{\text{п1}} = m g h_1 ,$$

$$E_{п2} = m g h_2 .$$

Енергію, яка перетворилась на тепло, шукають як різницю енергій:

$$\Delta E = m g (h_1 - h_2) .$$

Масу кульки m знаходять зважуванням.

№ 184. Один кінець гумової нитки тримають правою рукою, а до другого кінця гумової нитки приєднують брусок. Лівою рукою (за брусок) розтягують нитку і відпускають. Підбирають такий розтяг нитки, щоб брусок пройшов відстань $S = 0,5$ м. Кінетичну енергію рухомого бруска $E = \frac{m v^2}{2}$ порівнюють до роботи сили тертя $A = F_T S$. Враховують, що $F = \mu m g$. Тоді:

$$\frac{m v^2}{2} = \mu m g S ,$$

звідки:

$$v = \sqrt{2\mu g S} .$$

Коефіцієнт тертя μ беруть із довідникових таблиць (дерево по дереву) підручника.

№ 185. Кінець пружини закріплюють в муфті штатива так, щоб вона була вертикальна. Пружину стискають і зв'язують ниткою. Зверху на пружину одягають скляну трубку, а в трубку опускають пластмасову кульку (своєрідна рушниця) (Рис. 23). Нитку перерізають ножицями, пружина розпрямляється і штовхає кульку вгору. Роблять висновок: стиснута пружина має енергію [26, с.86-87].

№ 186. Брусок кладуть на край столу і по ньому наносять удар з допомогою зігнутої лінійки (за рахунок її пружності). При цьому брусок набуде кінетичної енергії:

$$E_k = \frac{m v^2}{2}.$$

Набута бруском енергія витратиться на виконання роботи по переборенню сили тертя, тобто:

$$A = F_T S,$$

де F_T – сила тертя, яка виникає при терті бруска об стіл; S – довжина стола.

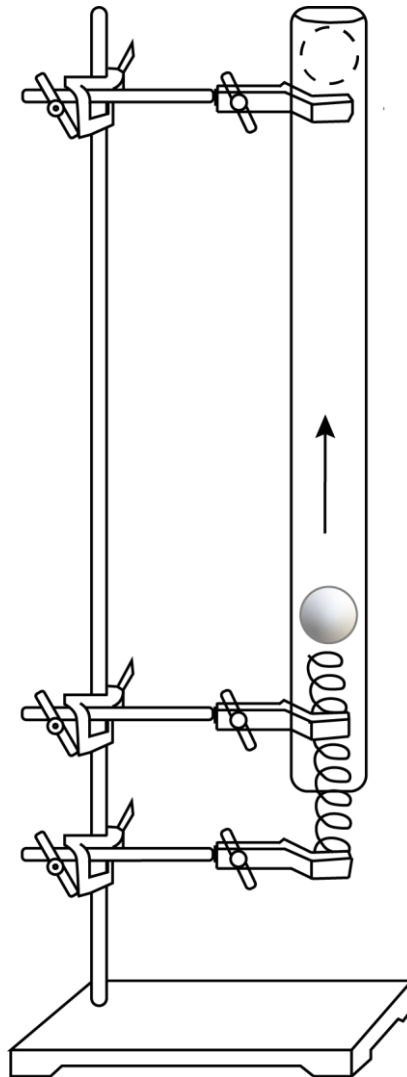


Рис. 23.

Відомо, що сила тертя:

$$F_T = \mu m g.$$

Оскільки уся набута кінетична енергія витрачається на перемагання сили тертя, то:

$$E_k = A .$$

Після підстановки виразів отримують:

$$\frac{m v^2}{2} = \mu m g .$$

Шукана швидкість з останнього виразу буде:

$$v = \sqrt{2 \mu m g} .$$

№ 187. Кулька скочується з похилої площини за рахунок потенціальної енергії кульки, піднятої на висоту h :

$$E_{\text{п}} = m g h .$$

Потенціальна енергія перетворюється в кінетичну енергію рухомої кульки:

$$E_k = \frac{m v_c^2}{2} .$$

Згідно закону збереження енергії:

$$m g h = \frac{m v_c^2}{2} ,$$

звідки:

$$v_c = \sqrt{2 g h} .$$

Висоту похилої площини h вимірюють лінійкою.

№ 188. Секундомір вмикають в момент переходу кульки з похилої площини на горизонтальну поверхню столу; фіксують час t руху бруска.

Відстань, пройдену кулькою по поверхні столу S вимірюють лінійкою. Тоді середня швидкість кульки буде:

$$v_c = \frac{S}{t}.$$

№ 189. Кульку маятника (Рис. 24) масою m_1 відводять від положення рівноваги на певний кут.

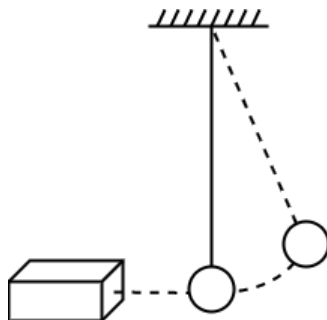


Рис. 24.

Відносно центру бруска вона підніметься на висоту h . Кулька матиме потенціальну енергію:

$$E_{\text{п}} = m_1 g h.$$

Частина цієї енергії витратиться на переборення тертя. При цьому сила тертя виконає роботу:

$$A = F_{\text{Т}} \ell,$$

де $F_{\text{Т}} = \mu m_2 g$, m_2 – маса бруска, ℓ – відстань зміщення бруска.

Згідно із законом збереження енергії втрата енергії кульки ΔE буде:

$$\Delta E = m_1 g h - \mu m_2 g \ell.$$

Оскільки:

$$m_1 = \rho \frac{4}{3} \pi r^3,$$

$$m_2 = \rho_2 V,$$

то з врахуванням останнього:

$$\Delta E = \rho_1 g \frac{4}{3} \pi r^3 h - \mu \rho_2 V g \ell .$$

Або:

$$\Delta E = \left(\rho_1 \frac{4}{3} \pi r^3 h - \mu \rho_2 V \ell \right) g .$$

Густина кулі ρ_1 та бруска ρ_2 знаходять за таблицею густин підручника, висоту h вимірюють лінійкою, радіус кулі r знаходять розділивши її діаметр d навпіл:

$$r = \frac{d}{2} .$$

Об'єм бруска V знаходять як об'єм паралелепіпеда, перемноживши сторони бруска:

$$V = a b c .$$

Відстань ℓ , на які перемістився брусок, вимірюють лінійкою.

№ 190. Потрапивши на горизонтальну поверхню столу брусок матиме кінетичну енергію:

$$E_k = \frac{m v^2}{2} .$$

Ця енергія витрачається на виконання роботи по переміганню тертя, яка рівна:

$$A = \mu m g S .$$

Згідно закону збереження енергії справедливий запис:

$$\frac{m v^2}{2} = \mu m g S ,$$

звідки шукана швидкість буде:

$$v = \sqrt{2\mu g S}.$$

У виразі μ – коефіцієнт тертя бруска по поверхні столу (шукають за довідковою таблицею підручника), S – відстань, яку пройде брусок по поверхні столу до зупинки.

№ 191. Кінетична енергія бруска в початковий момент руху буде:

$$E_k = \frac{m v^2}{2}.$$

Ця енергія витрачається на перемагання роботи сили тертя:

$$A = F_T S,$$

або:

$$\frac{m v^2}{2} = \mu m g S.$$

Оскільки отримане рівняння містить два невідомих, то початкову швидкість шукають через середню швидкість руху бруска і час руху:

$$S = v_{\text{сер}} t.$$

Так як в кінці руху брусок зупиняється, то:

$$v_{\text{сер}} = \frac{v+0}{2} = \frac{v}{2},$$

звідки:

$$v = 2v_{\text{сер}} = 2 \frac{S}{t}.$$

Отриманий вираз підставляють в закон збереження енергії і отримують:

$$\mu = \frac{v^2}{g S} = \frac{4S}{g t^2}.$$

Шлях S знаходять з допомогою лінійки, час t – з допомогою секундоміра.

№ 192. Гумову трубку з'єднують з водопровідним краном; інший її кінець спрямовують так, щоб вода витікала вертикально вгору (Рис. 25).

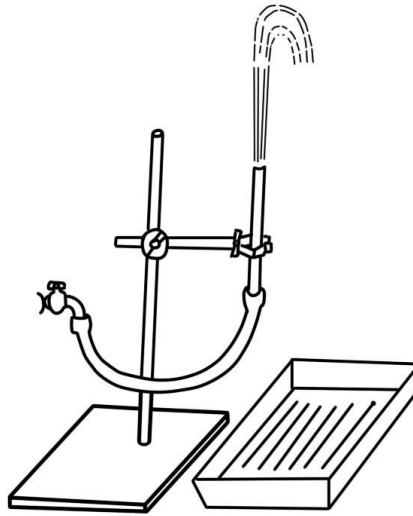


Рис. 25.

На виході з трубки вода має кінетичну енергію:

$$E_k = \frac{m v^2}{2}.$$

У найвищій точці підняття вода має лише потенціальну енергію:

$$E_{\text{п}} = m g h ,$$

де h – висота підняття води (вимірюють лінійкою).

Згідно закону збереження енергії:

$$E_k = E_{\text{п}} .$$

Або:

$$\frac{m v^2}{2} = m g h .$$

Звідки:

$$v = \sqrt{2gh} .$$

№ 193. У відхиленому положенні (Рис. 26) кулька має потенціальну енергію:

$$E_{\text{п}} = m g h ,$$

де h – висота підняття кульки над горизонтом (вимірюють лінійкою); m – її маса.

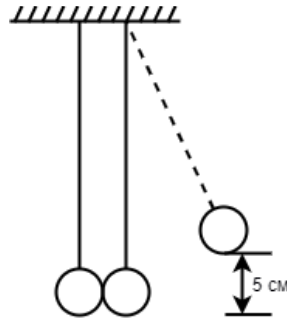


Рис. 26.

У нижньому положенні відхилена кулька матиме лише кінетичну енергію:

$$E_k = \frac{m v^2}{2} .$$

На основі закону збереження енергії обидва вирази прирівнюють:

$$m g h = \frac{m v^2}{2} ,$$

звідки шукана швидкість v буде рівна:

$$v = \sqrt{2gh} .$$

Згідно із законом збереження енергії, інша кулька мала б піднятися на таку ж висоту h , з якої рухалася перша кулька. Неточність отриманого експерименту в тому, що частина енергії першої кульки витрачається на перемагання опору руху з боку повітря та на нагрівання куль під час зіткнення.

№ 194. Знаходять роботу підняття бруска на висоту h :

$$A = P \cdot h .$$

Далі знаходять роботу по рівномірному підняттю бруска по похилій довжиною ℓ :

$$A = F \cdot \ell .$$

Оскільки вираш в силі має бути в 3 рази, то довжина похилої має бути:

$$\ell = 3 h .$$

Відповідно нахил похилої площини буде:

$$\frac{h}{\ell} = \frac{1}{3} .$$

№ 195. Лінійку кладуть на гумку як на точку опори (Рис. 27). На коротку частину лінійки ставлять гирю. До довгої частини лінійки кріплять петлю, яка може вільно ковзати, і до неї чіпляють динамометр. Знаходять точку, в якій динамометром можна підняти гирю.

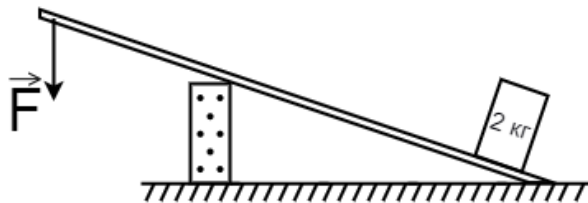


Рис. 27.

№ 196. Гумку ставлять на ребро (це буде точка опори) і на неї кладуть (Рис. 28) лінійку (це – важіль). На коротшу частину лінійки ставлять гирю 500 г і, пересуваючи в право меншу гирю, знаходять рівновагу важеля. Вимірюють плечі сил.

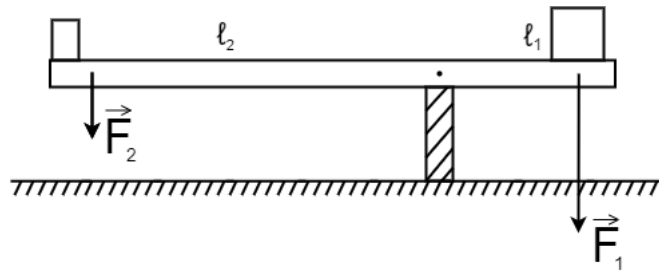


Рис. 28.

№ 197. В основі нерухомого та рухомого блоків лежить використання важеля. Нерухомий блок розглядається як рівноплечий важіль, плече якого рівне радіуса блока R . Момент сили, при використанні нерухомого блоку M_1 буде:

$$M_1 = F R = mgR ,$$

де $F = mg$ – вага вантажу.

Рухомий блок розглядається як не рівноплечий важіль, плечі якого R та $2R$. Момент сили, яку прикладають до рухомого блоку буде:

$$M_2 = \frac{F}{2} 2R = \frac{mg}{2} 2R = mgR .$$

Вагу вантажу mg визначають з допомогою динамометра, радіус блока обох важелів вимірюють лінійкою.

№ 198. З лівого боку від осі обертання важеля, у двох різних точках підвішують тягарці масами 100 г та 300 г (Рис. 29). З правого боку від осі обертання важеля підбирають таке положення тягарця масою 200 г, щоб важіль був зрівноважений.

Моменти сил тягарців шукають так:

$$M_1 = m_1 g \ell_1 ,$$

$$M_2 = m_2 g \ell_2 ,$$

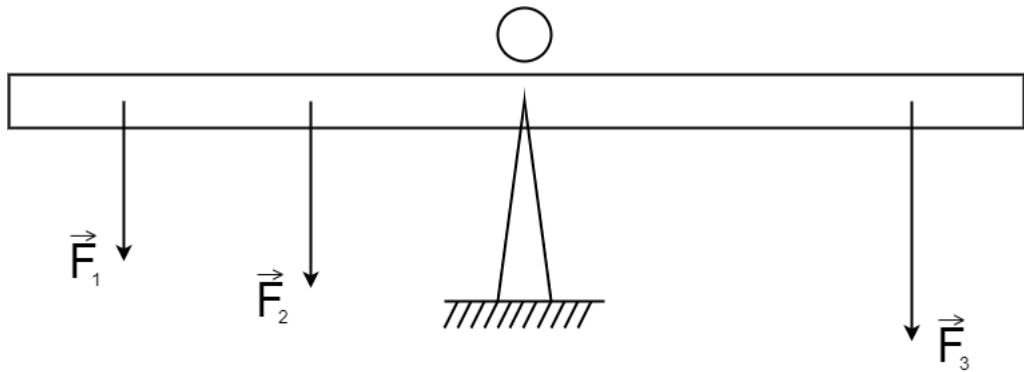


Рис. 29.

$$M_3 = m_3 g l_3 ,$$

де l_1, l_2, l_3 – плечі кожної прикладеної сили, відповідно. Їх вимірюють з допомогою лінійки. Сили, які прикладені до важеля, рівні їх вагам: m_1g, m_2g, m_3g , відповідно. Переконаються у справедливості рівності:

$$M_1 + M_2 = M_3 .$$

№ 199. З лівого боку до рівноплечого важеля підвішують два тягарці (Рис. 30). Сила, яка діє на важіль з боку тягарців напрямлена вертикально вниз. Щоб важіль був у рівновазі, до лівого плеча прикладають силу протилежного напрямку. Це здійснюють з допомогою динамометра: знаходять точку, приклавши до якої динамометр і тягнути вгору, знаходять рівновагу. Динамометр покаже величину сили, спрямованої вгору.

№ 200. До правої частини рівноплечого важеля на різних відстанях прикладають дві сили: $F_2 = 2H$ та $F_3 = 3H$. До лівої частини рівноплечого важеля прикладають силе $F_1 = 4H$ (Рис. 31).

Точку прикладання сили F_1 знаходять з умови рівноваги важеля: сума моментів усіх сил, які обертають важіль за годинниковою стрілкою, дорівнює сумі моментів сил, які обертають маятник проти годинникової стрілки, тобто:

$$M_1 = M_2 + M_3 .$$

Сили F_2 та F_3 обертають маятник за годинниковою стрілкою. Вимірюють

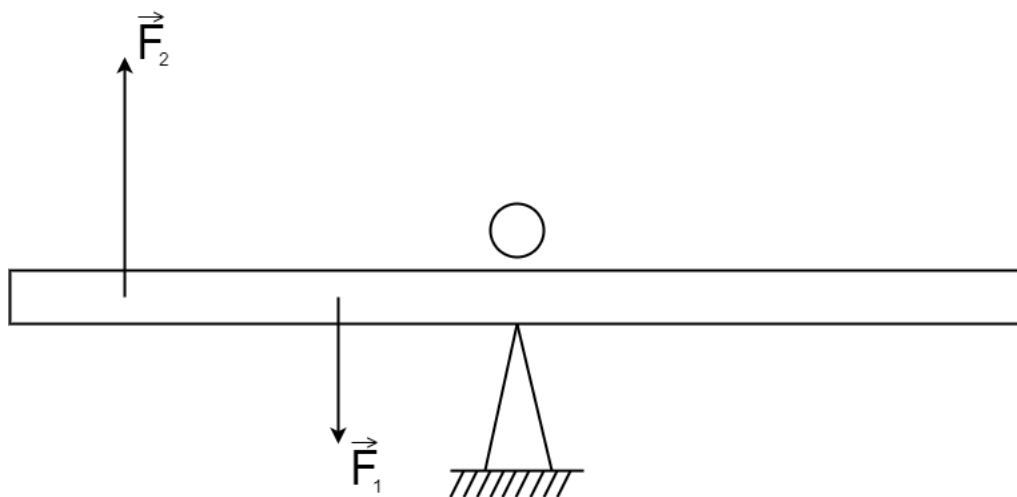


Рис. 30.

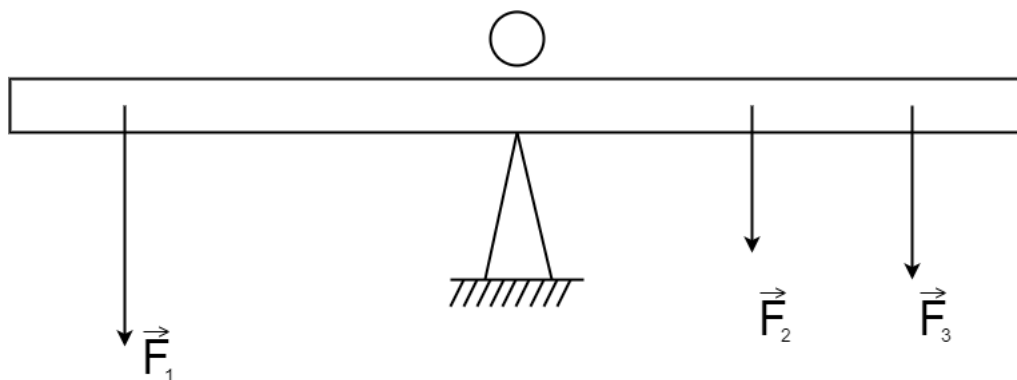


Рис. 31.

плечі цих сил l_2 та l_3 . Знаючи усі три сили, умову рівноваги важеля записують так:

$$F_1 l_1 = F_2 l_2 + F_3 l_3 .$$

Із отриманого рівняння визначають плече l_1 сили F_1 .

№ 201. На штативі закріплюють нерухомий блок (Рис. 32). Робота A по підняттю вантажу вагою P на деяку висоту h шукають так:

$$A = P h .$$

Оскільки нерухомий блок не дає виграшу в силі, а дає виграш у напрямі,

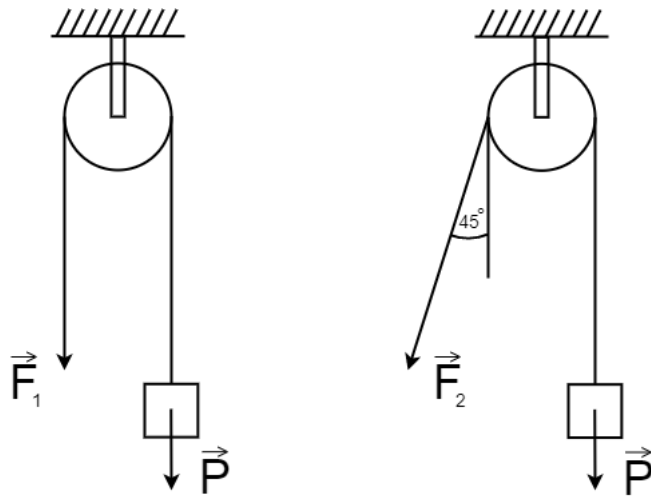


Рис. 32.

то сила F , яку покаже динамометр, приєднаний до другого кінця нитки, буде рівна вазі тіла, яке піднімають:

$$F = P .$$

Вираз роботи по підняттю тіла вагою P на висоту h шукають так:

$$A = F h ,$$

причому, для обох випадків.

№ 202. На штативі закріплюють рухомий блок (Рис. 33). Механічну роботу A по підняттю вантажу на висоту h шукають так:

$$A = F h ,$$

де F – сила, з якою піднімають вантаж.

Оскільки рухомий блок дає вигреш в силі в два рази, то:

$$F = \frac{P}{2} .$$

Остаточно знаходять:

$$A = \frac{P}{2} h .$$

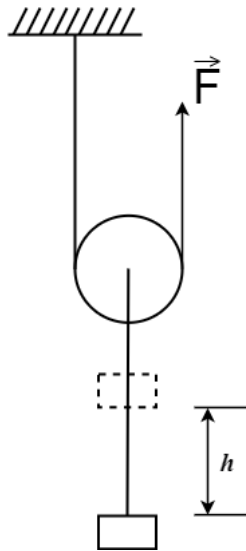


Рис. 33.

Висновок є дещо наближеним, бо не враховується вага рухомого блоку.

№ 203. З допомогою підручників та лінійки «конструюють» похилу площину (Рис. 34). Вимірюють висоту h похилої площини, зважують брусок за допомогою динамометра і знаходять його вагу P . Далі шукають корисну роботу:

$$A_k = P h .$$

Затрачену роботу шукають так. З допомогою динамометра рівномірно тягнуть брусок по похилій площині (визначають силу, з якою тягнуть F) і знаходять довжину похилої ℓ :

$$A = F \ell .$$

Остаточню:

$$\eta = \frac{P h}{F \ell} .$$

Для різних кутів нахилу знаходять значення ККД: $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots$

Роблять висновок про залежність коефіцієнта корисної дії похилої площини від кута нахилу.

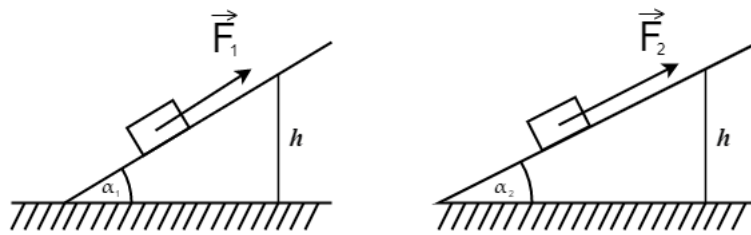


Рис. 34.

№ 204. Основне завдання використання нерухомого блоку (Рис. 35) зводиться до підняття тіла вагою P на висоту h , тобто корисна робота буде:

$$A_k = P h .$$

Використання нерухомого блоку дає виграш тільки в напрямку сили. Прикладається сила протилежного напрямку F , а переміщення вантажу відбувається на таку ж відстань h . Якщо не враховувати інші фактори, то величина затраченої роботи A буде така ж, як величина корисної роботи A_k . Це означало б, що ККД нерухомого блоку досягнув би 100%.

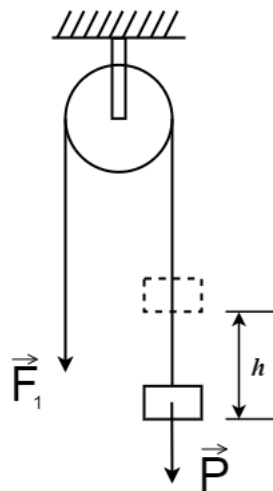


Рис. 35.

Насправді, сила F більша ніж вага P , адже, крім підняття вантажу вагою P , необхідно перемістити мотузку (сила по переміщенню мотузки F_0) та побороти силу тертя в блоці F_f . Отже, сила F із врахуванням перерахованих факторів буде рівна:

$$F = P + F_0 + F_T .$$

Затрачена робота під час використання нерухомого блока буде:

$$A = (F + F_0 + F_T)h .$$

ККД використання нерухомого блока буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{(F + F_0 + F_T)h} .$$

Після спрощення вираз набере вигляду:

$$\eta = \frac{P}{F + F_0 + F_T} .$$

Нехтують зусиллям на переборення тертя F_T , тоді ККД буде:

$$\eta = \frac{P}{F + F_0} = \frac{P}{P + F_0} .$$

Якщо рухати мотузку вниз, то сила F_0 становить половину ваги мотузки P_0 . Зважують мотузку з допомогою динамометра (P_0) і беруть її половину. Тому:

$$F_0 = \frac{P_0}{2} .$$

Остаточно, ККД нерухомого блока буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{\left(P + \frac{P_0}{2}\right)h} = \frac{2P}{2P + P_0} .$$

№ 205. Основне завдання підняти вантаж вагою P на висоту h , тобто, корисна робота буде:

$$A_k = P h .$$

Вагу вантажу (кількох тягарців) P визначають з допомогою динамометра, а висоту підняття h – вимірюють лінійкою.

Використовуючи рухомий блок прикладають силу F у двічі меншу ніж вага тіла P . Але при цьому піднімають і сам рухомий блок, який має вагу P_0 . Отже, якщо тіло вагою P піднімають з допомогою рухомого блоку, то прикладають силу:

$$F = \frac{P}{2} + P_0 .$$

Вагу рухомого блоку P_0 вимірюють з допомогою динамометра. Оскільки, використовуючи рухомий блок, окрім виграшу в силі, в двічі програють у відстані, остаточно ККД шукають так:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{P h}{\left(\frac{P}{2} + P_0\right) 2h} .$$

Після спрощення, вираз для знаходження ККД використання рухомого блоку буде мати вигляд:

$$\eta = \frac{2 P}{P + 2 P_0} .$$

№ 206. З правого боку від осі обертання важеля (Рис. 36) на відстані ℓ_1 кріплять вантаж масою m , який необхідно підняти на висоту $h = 20$ см. Відстань ℓ_1 вимірюють лінійкою. Корисна робота буде рівна:

$$A_k = m g h .$$

З лівого боку осі обертання важеля прикладають силу F , яка забезпечить рівновагу важеля. Відстань до точки прикладання сили F позначають ℓ_2 (вимірюють лінійкою).

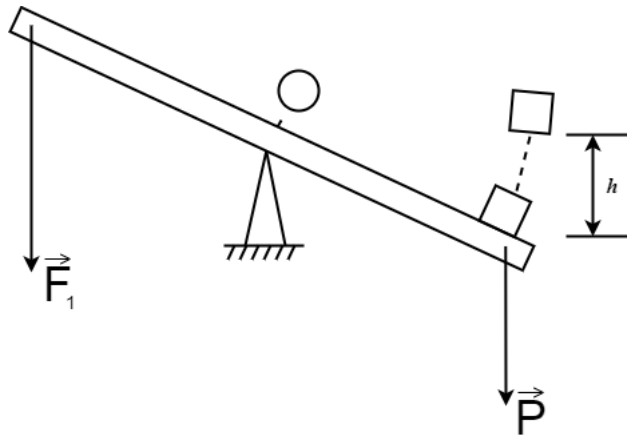


Рис. 36.

Затрачена робота буде рівна:

$$A = F \ell_2 .$$

Згідно з умови рівноваги важеля:

$$M_1 = M_2 .$$

Або:

$$m g \ell_1 = F \cdot \ell_2 .$$

Із отриманого виразу:

$$F = \frac{m g \ell_1}{\ell_2} .$$

Враховуючи отриманий вираз, затрачена робота буде рівна:

$$A = \frac{m g \ell_1}{\ell_2} \ell_2 = m g \ell_1 .$$

ККД знаходять так:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{m g h}{m g \ell_1} = \frac{h}{\ell_1} .$$

Отриманий вираз є наближеним, оскільки підняття вантажу потребує сили, дещо більшої від сили F (яка зрівноважує важіль).

ВИСНОВКИ

Шановні учні. Розв'язавши частину пропонованих Вам задач, Ви могли переконатись у наступному.

1. Експериментальні задачі дають змогу оперативно знаходити рішення у критичній ситуації.
2. Експериментальні задачі сприяють прямому використанню фізичних знань на практиці: Ви не тільки побачили роль експерименту у вивченні фізики, але й навчилися розв'язувати життєві проблеми.
3. Розв'язування експериментальних задач з фізики збагатило Вас дослідницькими навичками.
4. У процесі розв'язання експериментальних задач Ви набули досвіду експериментальної діяльності.
5. Розв'язуючи експериментальні задачі Ви краще зрозуміли теоретичний матеріал з фізики.
6. Факт розв'язування експериментальних задач з фізики позитивно відіб'ється на засвоєнні Вами навчального матеріалу з інших предметів, особливо хімії, біології, математики, географії. Разом з тим, математичний апарат та знання з інших предметів сприяють міцному засвоєнню питань фізики.
7. Розв'язування експериментальних задач з фізики повинне спонукати Вас до самостійного експериментування, яке може проводитись у позаурочний час, використовуючи найпростіше устаткування, саморобні та побутові прилади. Важливо, щоб при самостійному експериментуванні Ви дотримувались правил безпеки життєдіяльності.
8. Під час розв'язування експериментальних задач з фізики Ви оволоділи елементами узагальненого експериментального вміння, які стануть Вам у пригоді в старших класах, а саме:
 - планувати експеримент;

- готувати експеримент;
- спостерігати;
- вимірювати фізичні величини;
- обробляти результати експерименту;
- тлумачити результати експерименту.

9. Знання і уміння, яких Ви набули в процесі розв'язування експериментальних задач, не забуваються.

Якісних фізичних знань не можна досягнути тільки оволодівши теоретичними питаннями фізики. Важливим фактором у цьому є набуття вмінь експериментувати. Набуття експериментальних умінь є процес довготривалий, який вимагає планомірної і постійної роботи. Цих умінь набувають не лише під час розв'язування експериментальних задач. В нагоді Вам будуть лабораторні роботи з окремих тем, виконання короткочасних фізичних дослідів, Ви будете виконувати роботи фізичних практикумів тощо. Розв'язування експериментальних задач з фізики закладає перші цеглини у проникненні в науку. В старших класах Ви теж маєте змогу проникнути в світ експериментування. Вам знову у пригоді стануть експериментальні задачі. Вміле розв'язання експериментальної задачі закарбує на віки конкретну тему курсу фізики. Тільки закінчивши навчання в школі Ви зможете оцінити, що Ваша робота над розв'язуванням експериментальних задач була не даремною.

Не перебільшуючи значення експериментальних задач, варто відмітити, що їх використання доцільне в поєднанні з лабораторними і практичними роботами; експериментальні задачі можна розв'язувати як індивідуально, так і групами учнів або цілим класом.

У подальшому вивченні фізики прагніть розв'язати кілька експериментальних задач із теми, яку вивчили. Впевнений, якість Ваших знань буде високою. Для того, щоб теоретичний матеріал з фізики Ви засвоїли бездоганно, прагніть перерахувати фізичні експерименти, які підтверджують теорію; пропонуйте власний фізичний експеримент на підтвердження

вивченого; розробляйте проекти на застосування набутих знань з фізики на практиці. Використовуйте прості матеріали, які є у Вас вдома: дитячі іграшки, конструктори, посуд тощо. Конструйте з допомогою комп'ютерних віртуальних лабораторій. Про будь-які експериментальні розробки доповідайте на уроці фізики або радьтеся з вчителем чи однокласниками. Вас чекатиме успіх та перемоги в житті.



Міцного Вам здоров'я та творчої наснаги !

Автор

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антипин И.Т. Экспериментальные задачи по физике в 7 – 8 классах. М.: Просвещение, 1974. 17 с.
2. Бубликов С.В., Кондратьев А.С. Методика обучения решению олимпиадных задач. Санкт-Петербург: СП: ГДТЮ, 2001. 124 с.
3. Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. М: МЦНМО, 2009. 184 с.
4. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7 – 11 класах середньої школи: посібник для вчителя. Київ: Рад. школа, 1980. 175 с.
5. Галатюк Ю.М., Рибалко А.В., Тищук В.І. Дослідницькі задачі з фізики: навч. посіб. Харків: Основа: Тріада+, 2007. 160 с.
6. Гончаренко С.У., Коршак Є.В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 1. 7-8 класи. Тернопіль: Навчальна книга – Богдан. 1998. 72 с.
7. Давиден А.А. Изобретательские задачи в школьном курсе физики: пособие для учителей. Чернигов: Десна. 1996. 96 с.
8. Давидьон А.А. Експериментальні задачі з фізики для 7-9 класів: посібник для вчителів фізики. Чернігів: Десна, 1997. 43 с.
9. Давидьон А.А. Експериментальні задачі як засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання фізики. Чернігів: Десна, 1996. 106 с.
10. Зильберман А.Р. Школьные физические олимпиады. М: Просвещение, 2009. 256 с.
11. Іваненко О.Ф., Махлай В.П., Богатирьов О.І. Експериментальні та якісні задачі з фізики: посібник для вчителів. Київ: Рад. школа, 1987. 144 с.
12. Коршак Є.В. Розв'язування задач з фізики. Київ: Вища школа, 1986. 238 с.

13. Кулик Л.О. Експериментальні задачі в лабораторному практикумі з механіки: методичні рекомендації для викладачів та вчителів фізики. Черкаси: Черкаський національний університет, 2007. 44 с.
14. Ланге В.Н. Экспериментальные задачи по физике на смекалку. М.:Наука, 1985.128 с.
15. Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Механіка. Київ: Рад. школа, 1980. 144 с.
16. Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Молекулярна фізика. Київ: Рад. школа, 1982. 140 с.
17. Полетило С.А. Формування узагальненого експериментального вміння з фізики за допомогою експериментальних задач. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. Запоріжжя. 2021. № 76. С.71-74.
18. Полетило С.А. Узагальнення експериментальних знань як один із шляхів забезпечення якості навчання фізики. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. Запоріжжя. 2021. № 78. С.121-124.
19. Полетило С.А. Формування практичних умінь учнів за допомогою експериментальних задач з фізики. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. Житомир. 2021. № 2(105). С.27-34.
20. Полетило С.А. Експериментальні задачі з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах та їх класифікації. *Педагогічний альманах*. Херсон. 2021. № 49. С.48-55.
21. Полетило С.А. Підходи у використанні експериментальних задач на уроках фізики загальноосвітніх навчальних закладів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми. 2021. № 5(109). С.81-90.
22. Сиротюк В.Д. Фізика: підручник для 7-го класу загальноосвітніх навч. закл. Київ: Генеза, 2015 240 с.
23. Ситник С. Експериментальні задачі. 7-9 класи. Тернопіль: Підручники і посібники, 2007. 64 с.
24. Уокер Дж. Физический фейерверк [перевод с английского]. М.: Мир, 1989. 298 с.

25. Фізика. 7-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів (Програма затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017, № 804). URL: <https://ru.osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>.
26. Шапіро А.І. Таємниці довкілля або секрети відомих предметів. Київ: Спалах, 1996. 223 с.
22. Шутьга М.С. Методика і техніка демонстраційних дослідів з фізики у 6 і 7 класах. Посібник для вчителів. Київ: Рад. школа, 1977. 192 с.