

Усі уроки
ФІЗИКИ
8 клас
Кирик Л. А.

Навчально-методичний посібник

Харків
Видавнича група «Основа»
2008

УДК 37.016
ББК 74.262.22
К43

Рецензенти:

- О. М. Єрмолаєв*, завідувач кафедрою теоретичної фізики Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, доктор фізико-математичних наук, професор;
Є. М. Евлахова, вчитель-методист, керівник Держинського районного методоб'єднання вчителів фізики м. Харкова

Кирик Л. А.

К43 Усі уроки фізики. 8 клас.— Х.: Вид. група «Основа», 2008.— 352 с.

ISBN 978-966-333-853-8.

В посібнику надані методичні рекомендації щодо проведення уроків фізики в 8 класі загальноосвітніх навчальних закладів за програмою 12-річної школи. Пропонований посібник містить календарне планування й методичні рекомендації до підручників «Фізика-8» Л. Е. Генденштейна й авторського колективу у складі Ф. Я. Божиновой, І. Ю. Ненашева, Н. М. Кириухіна.

Книга містить календарно-тематичне планування, поурочні розробки, методичні рекомендації, тематичне оцінювання за всіма темами. Посібник буде корисним як молодим учителям, так і вчителям зі стажем, а також студентам педагогічних ВНЗ.

УДК 37.016
ББК 74.262.22

Навчальне видання

КИРИК Леонід Анатолійович

УСІ УРОКИ ФІЗИКИ. 8 КЛАС

Головний редактор *І. Ю. Ненашев*,

Редактор *В. В. Читов*,

Технічний редактор *О. В. Лебедева*,

Коректор *О. М. Журенко*

Підписано до друку 4.07.2008. Формат 60×84/16. Папір газетний.
Гарнітура Шкільна. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 20,46. Зам. № 8–07/07–5

ТОВ «Видавнича група «Основа»».
Свідоцтво ДК № 1179 від 27.12.2002 р. Україна, 61001, Харків, вул. Плеханівська, 66.
Тел. (057) 731-96-33. Е-mail: office@osnova.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
Свідоцтво КВ № 11389-262 Р від 26.06.2006 р.

Віддруковано з готових плівок

ПП «Триада+», Харків, вул. Киргизька, 19. Тел. (057) 757-98-16, 757-98-15
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
Свідоцтво ДК № 1870 від 16.07.2007 р.

ISBN 978-966-333-853-8

© Кирик Л. А., 2008

© ТОВ «Видавнича група «Основа»», 2008

ПЕРЕДМОВА

Ця книга призначена для вчителів фізики, що працюють за новою програмою у 8 класі.

Мета навчального посібника — надати методичну допомогу вчителям по розподілу навчального матеріалу по уроках і його систематизації. Для кожного уроку визначені: мета уроку, тип уроку, демонстрації, план викладу нового матеріалу. Виділено питання, що пропонуються учням у ході викладу нового матеріалу. Виклад нового матеріалу може бути «сценарієм» уроку в діалоговому режимі.

Наше педагогічне завдання — розкрити перед учнями явища реального світу, залучити їх у процес пізнання. Для розуміння винятково важливою є цілісність сприйняття. Якщо в голові учня не склалася цілісна картина навчального розділу, який він може охопити єдиною думкою, то розуміння немає, навіть якщо учень може переказати текст підручника дослівно.

Особлива увага приділена прийомам навчання учнів самостійної роботи на уроках і вдома. Учням пропонується домашнє завдання, що складається з трьох частин:

- 1) матеріал з підручника;
- 2) завдання зі збірника завдань;
- 3) завдання зі збірника самостійних і контрольних робіт.

Прочитавши відповідний параграф у підручнику і розв'язавши до нього кілька завдань, учень може підготуватися до самостійної роботи або тематичного оцінювання. Для тематичного контролю знань пропонуються зразки тестів, самостійних робіт і підсумкових контрольних робіт.

До кожного уроку пропонується орієнтовне домашнє завдання. Кожне завдання має три рівні складності (середній, достатній і високий).

Коментуючи домашнє завдання, учитель указує на його «різ-норівневність»: учням пропонується самим вибирати домашнє за-вдання за рівнем складності (середній, достатній і високий). Учи-тель може заздалегідь роздрукувати аркуші з домашнім завданням (наприклад, на місяць, чверть або семестр) і роздати учням. Учень уже не зможе сказати: «Я не зміг розв'язати завдання»; або «У мене не вийшло...», тому що завдання першого рівня дуже прості й не повинні викликати труднощів під час їх розв'язання. Разом з тим, слабкий учень, розв'язавши прості завдання й переконавшись у своїх силах, може спробувати виконати домашнє завдання більш високого рівня.

Рекомендації щодо проведення самостійних робіт

- Кожна самостійна робота розрахована на 10–15 хвилин і перед-бачає виконання учнем тільки одного завдання початкового, середнього, достатнього або високого рівня складності.
 - Учитель заздалегідь повідомляє дату проведення самостійної роботи й пропонує учневі підготуватися до цієї роботи (тобто, переглянувши завдання, вибрати собі рівень складності).
 - Пропонуємо два способи оцінювання знань учнів:
 - 1) У сильних класах правильне розв'язання завдань початкового рівня оцінювати від 1 до 3 балів, середнього рівня — від 4 до 6 балів, достатнього рівня — від 7 до 9 балів, високого рівня — від 10 до 12 балів.
 - 2) У слабких класах за правильне розв'язання завдання будь-якого рівня ставити оцінку «9».
- Це дозволить стимулювати учнів сильних класів розв'язувати складні завдання, а учнів слабких класів «відучить» боятися подібних завдань (адже, одержавши гарну оцінку за розв'язання простіших завдань, учень зможе без страху взятися за складне за-вдання).
- Пропонуємо ввести систему амністування. Якщо учень «пере-оцінить» свої можливості — візьме складне завдання — і не розв'яже його, низький бал не виставляти за умови виконання таких умов:

- a) учень вдома правильно (з докладним поясненням) розв'язує це саме завдання;
 - b) сам підбирає й розв'язує 2–3 завдання такого ж типу;
 - v) перед наступним після самостійної роботи уроком він здає вчи-телеві виконану роботу.
- Якщо на самому початку самостійної роботи вчитель помітив, що більшість учнів вибрали початковий рівень, а достатній рі-вень — усього кілька людей, то очевидно, що навчальний ма-теріал засвоєний слабо. Учитель може відмінити самостійну роботу й повернутися до погано засвоєного уроку.

Рекомендації щодо проведення тестування

Тести, по-перше, допоможуть учневі систематизувати навчаль-ний матеріал і виділити в ньому найголовніше. По-друге, вони орі-єнтовані на вміння учнів застосовувати отримані знання. По-третє, тести допоможуть учням підготуватися до перевірки навчальних досягнень, а вчителеві — провести тематичне оцінювання цих до-сягнень за допомогою тестування.

Тестування має певні переваги порівняно з традиційними засо-бами перевірки навчальних досягнень:

- база тестових завдань відкрита й доступна для всіх (тести над-руковані у збірниках), тому можна підготуватися до тестуван-ня заздалегідь;
- перевірку тестових завдань здійснювати набагато легше, ніж письмові роботи;
- завдяки тестам вирішується відома проблема «розв'язників» (надрукованих збірників готових розв'язків задач), які заважа-ють проведенню об'єктивного контролю.

Кожен тест охоплює, як правило, одну навчальну тему або її частину. В основу тестів покладені методичні принципи, завдяки яким вони є не тільки контролюючими, але й навчальними.

Тести можуть бути органічно включені в усі форми й методи на-вчання й використовуватися на різних етапах навчального процесу для забезпечення оперативного зворотного зв'язку, для контролю й самоконтролю учнів у процесі оволодіння матеріалом теми. На-приклад:

- під час пояснення нового матеріалу можна розглянути тестові завдання й обговорити, які твердження правильні, а які — неправильні (і чому);
- під час первісного закріплення навчального матеріалу можна запропонувати учням виконати за 5–10 хвилин 2–3 тестових завдання, обраних ними або вчителем;
- виконання окремих тестових завдань можна запропонувати як домашню або самостійну роботу;
- варіанти тестових завдань можна використати для підготовки учнів до тематичного контролю.

Орієнтовний розподіл навчального часу

Кількість годин на тиждень		2
Кількість годин за рік		70
№ п/п	Тема	Кількість годин
1-й семестр		34
Механічні явища		42
1	Механічний рух	13
2	Взаємодія тіл	21
2-й семестр		36
3	Робота й енергія	8
Теплові явища		26
4	Кількість теплоти. Теплові машини	26
5	Підсумкові уроки	2

Умовні позначки

У-1: Генденштейн Л. Е. Фізика: Підручник для середніх загальноосвітніх шкіл. — Х.: Гімназія, 2008.

У-2: Божинова Ф. Я., Ненашев І. Ю., Кірюхін М. М. Фізика. 8 клас: Підручник для середніх загальноосвітніх шкіл. — Х.: Ранок, 2008.

Сб-1: Кирик Л. А. Фізика. 8 клас: Збірник задач. — Х.: Гімназія, 2008.

Сб-2: Ненашев І. Ю. Фізика. 8 клас: Збірник задач. — Х.: Ранок, 2008.

Д: Кирик Л. А. Фізика. 8 клас: Збірник самостійних і контрольних робіт. — Х.: Гімназія, 2008.

Домашнє завдання

с/р — самостійна робота;

рів1: завдання середнього рівня складності;

рів2: завдання достатнього рівня складності;

рів3: завдання високого рівня складності.

План виконання навчальної програми

1 семестр

№ з/п	Назва	Дата проведення
Самостійні роботи		
1	Відносність руху. Траєкторія й шлях	
2	Прямолінійний рівномірний рух	
3	Прямолінійний нерівномірний рух	
4	Рух по колу. Обертний рух	
5	Механічні коливання. Звук	
6	Закон інерції. Маса	
7	Сили в механіці	
8	Сили пружності	
9	Сила ваги. Вага й невагомість	
10	Сили тертя	
11	Момент сили. Важіль і блок	
12	Тиск твердих тіл	
13	Тиск рідин і газів. Закон Паскаля	
14	Атмосферний тиск	
Лабораторні роботи		
1	Вимірювання швидкості руху тіла	
2	Вимірювання частоти обертання тіл	
3	Дослідження коливань маятника	
4	Вивчення характеристик звуку	
5	Виготовлення динамометра	

№ з/п	Назва	Дата проведення
6	Вимірювання сил за допомогою динамометра. Вимірювання ваги тіл	
7	Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання	
8	Вивчення умови рівноваги важеля	
9	Визначення густини тіл гідростатичним способом	

2 семестр

№ з/п	Назва	Дата проведення
Самостійні роботи		
15	Закон Архімеда. Умова плавання тіл	
16	Механічна робота. Потужність	
17	Енергія. Закон збереження енергії	
18	Коефіцієнт корисної дії	
19	Внутрішня енергія. Види теплообміну	
20	Кількість теплоти. Питома теплоємність	
21	Енергія палива. Питома теплота згоряння	
22	Плавлення й кристалізація	
23	Випаровування й конденсація. Кипіння	
24	Теплові двигуни	
Лабораторні роботи		
10	Визначення ККД похилої площини	
11	Вимірювання температури за допомогою різних термометрів	
12	Вивчення теплового балансу при змішуванні води різної температури	
13	Визначення ККД нагрівника	
14	Визначення питомої теплоємності речовини	
Тематичне оцінювання		
1	Механічний рух. Взаємодія тіл	
2	Робота й енергія. Теплові явища	

Календарно-тематичне планування

Розділи курсу фізики	К-ть часів	Дати проведення уроків
МЕХАНІЧНІ ЯВИЩА		
1. Механічний рух (13 годин)		
Механічний рух. Відносність руху. Траєкторія. Пройдений тілом шлях. Швидкість руху та одиниці швидкості. Вимірювання швидкості руху тіла.		
Види рухів. Середня швидкість нерівномірного руху. Прямолінійний рівномірний рух. Графіки руху тіла.		
Рух по колу. Обертний рух тіла. Період обертання. Місяць — природний супутник Землі.		
Коливальний рух. Амплітуда, період і частота коливань. Маятники. Математичний маятник.		
Звук. Джерела й приймачі звуку. Характеристики звуку. Поширення звуку в різних середовищах. Відбивання звуку. Швидкість поширення звуку. Сприймання звуку людиною. Інфразвук та ультразвук. Вплив звуків на живі організми		
2. Взаємодія тіл (21 година)		
Взаємодія тіл. Результат взаємодії — деформація й зміна швидкості. Інерція. Маса як міра інертності тіла. Сила та одиниці сили. Графічне зображення сили. Додавання сил, що діють уздовж однієї прямої. Рівновага сил		
Момент сили. Умова рівноваги важеля. Блок. Прості механізми.		
Деформація тіла. Сила пружності. Закон Гука. Вимірювання сил. Динамометри.		
Земне тяжіння. Сила тяжіння. Вага тіла. Невагомість		
Тертя. Сила тертя. Коефіцієнт тертя ковзання		

Розділи курсу фізики	К-ть часів	Дати проведення уроків
Тиск і сила тиску. Одиниці тиску. Тиск рідин і газів. Манометри. Закон Паскаля. Сполучені посудини. Насоси		
Атмосферний тиск. Вимірювання атмосферного тиску. Дослід Торрічеллі. Барометри. Залежність тиску атмосфери від висоти		
Виштовхувальна сила. Закон Архімеда. Гідростатичне зважування. Умови плавання тіл		
3. Робота й енергія (8 годин)		
Механічна робота. Одиниці роботи. Потужність та одиниці її вимірювання		
Кінетична та потенціальна енергії. Перетворення одного виду механічної енергії в інший. Закон збереження механічної енергії		
Машини й механізми. Прості механізми. Коефіцієнт корисної дії (ККД) механізмів. «Золоте правило» механіки		
ТЕПЛОВІ ЯВИЩА		
4. Кількість теплоти. Теплові машини (26 годин)		
Тепловий стан тіл. Температура тіл. Вимірювання температури. Внутрішня енергія та способи її зміни. Теплообмін. Види теплопередачі. Кількість теплоти. Питома теплоємність речовини. Тепловий баланс		
Теплота згоряння палива. ККД нагрівника		
Плавлення й кристалізація твердих тіл. Температура плавлення. Питома теплота плавлення		
Випаровування й конденсація рідин. Вода в різних агрегатних станах. Температура кипіння. Питома теплота пароутворення		
Перетворення енергії в механічних і теплових процесах. Принцип дії теплових машин. Теплові двигуни. Двигуни внутрішнього згоряння. Екологічні проблеми використання теплових машин		

Розділи курсу фізики	К-ть часів	Дати проведення уроків
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ (14 годин)		
1. Вимірювання швидкості руху тіла		
2. Вимірювання частоти обертання тіл		
3. Дослідження коливань маятника		
4. Вивчення характеристик звуку		
5. Виготовлення динамометра		
6. Вимірювання сил за допомогою динамометра. Вимірювання ваги тіл		
7. Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання		
8. Вивчення умови рівноваги важеля		
9. Визначення густини тіл гідростатичним методом		
10. Визначення ККД похилої площини		
11. Вимірювання температури за допомогою різних термометрів		
12. Вивчення теплового балансу при змішуванні води різної температури		
13. Визначення ККД нагрівника		
14. Визначення питомої теплоємності речовини		

Типи уроків

Назва	Коротка характеристика
Урок вивчення нового матеріалу	Основна мета уроку — вивчити новий матеріал. Форми такого уроку можуть бути найрізноманітнішими: 1) лекція; 2) виклад нового матеріалу в режимі діалогу «учитель — учень»; 3) самостійна робота учнів з навчальною літературою на уроці
Комбінований урок	Це найпоширеніший тип уроку. Кількість елементів уроку може бути різною. Наприклад, виклад невеликої за обсягом частини нового матеріалу (10–20 хв), закріплення нового матеріалу (5 хв), розв’язання завдань (5–20 хв), контроль знань (5–20 хв)

Назва	Коротка характеристика
Комбінований урок	або коротка самостійна робота (10–15 хв), можливий фронтальний лабораторний експеримент (5–15 хв). Комплексна актуалізація структурних елементів уроку робить його багатопільовим й ефективним
Урок закріплення знань	Визначальна мета уроку — закріплення вивченого матеріалу. Форми її реалізації можуть бути такими: 1) урок розв'язання завдань; 2) фронтальний експеримент; 3) урок-семінар; 4) урок-конференція; 5) перегляд навчальних відеофільмів; 6) ігрові уроки («суд над тертям», «суд над інерцією») тощо
Урок контролю й оцінювання знань	Головна мета даного уроку — всебічно й об'єктивно проконтролювати й оцінити засвоєні учнями знання, уміння й навички. Найбільш ефективні його форми: 1) різномірівнева контрольна робота; 2) тестовий контроль; 3) тематичний залік; 4) лабораторні роботи

МЕХАНІЧНІ ЯВИЩА

1. Механічний рух

- Механічний рух, траєкторія, шлях і переміщення
- Прямолінійний рівномірний рух
- Прямолінійний нерівномірний рух
- Рух по колу. Обертовий рух
- Механічні коливання
- Звук

Тематичне планування

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
1	Механічний рух	
2	Прямолінійний рівномірний рух	
3	Графічне представлення руху	
4	Лабораторна робота № 1 «Вимірювання швидкості тіла»	
5	Прямолінійний рівномірний рух	
6	Розв'язання завдань	
7	Рух по колу	
8	Лабораторна робота № 2 «Вимірювання частоти обертання тіла»	
9	Механічні коливання	
10	Лабораторна робота № 3 «Дослідження коливань маятників»	
11	Звук	
12	Гучність звуку. Висота й тембр звуку. Лабораторна робота №4 «Вивчення характеристик звуку»	
13	Узагальнюючий урок за темою «Механічний рух»	

Урок 1/1

Тема. Механічний рух

Мета уроку: ознайомити учнів з основними поняттями, що характеризують механічний рух; увести поняття відносності механічного руху.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	5 хв	1. Відносність спокою й руху. 2. Траєкторії руху різних тіл. Відносність траєкторії. 3. Вимірювання пройденого шляху
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Механічний рух. 2. Відносність руху. 3. Траєкторія. 4. Пройдений шлях. 5. Переміщення. 6. Матеріальна точка
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Механічний рух

Для чого треба вивчати механіку?

Знання механіки, насамперед, необхідно для пізнання навколишнього світу, тому що будь-яке явище у світі пов'язане з рухом. Власне кажучи, жодне явище природи не може бути зрозуміле без знання механіки.

Все наше життя з ранку й до вечора проходить у постійному русі: вранці ідемо до школи, після уроків — додому. Ідемо в автобусі, ідемо в туристичний похід, граємо у футбол — рух, рух, рух...



Якщо деяке тіло змінює своє положення в просторі, то про нього говорять, що воно здійснює механічний рух. Якщо така зміна відсутня, то це тіло вважається нерухомим, тобто таким, що перебуває у спокої.

➤ **Механічним рухом** називають зміну з часом положення тіла в просторі відносно інших тел.

Зверніть увагу на слова «відносно інших тіл». Вони означають, що для того, щоб говорити про механічний рух, у просторі має бути, принаймні, два тіла: те, за яким спостерігають, і те, відносно якого розглядається положення першого тіла.

➤ **Тіло, відносно якого розглядається рух інших тіл, називають тілом відліку.**

Великий російський поет О. С. Пушкін у своєму вірші так дав визначення руху:

— Движенья нет,— сказал мудрец брадатый.
Другой смолчал и стал пред ним ходить.

2. Відносність руху

Відносність механічного руху означає, що те саме тіло рухається по-різному відносно різних тіл відліку або навіть може перебувати в спокої.

Вибір тіла відліку довільний і залежить від спостерігача. Наприклад, диспетчер, що регулює рух літаків, приймає за тіло відліку диспетчерську вежу. Капітан корабля під час плавання приймає за тіло відліку палубу судна, а під час швартування — пірс гавані.

Наприклад, пасажир у вагоні поїзда відносно столика перебуває в спокої, а відносно перону — рухається (*див. рисунок*).



Відносність руху може допомогти нам «зупинити» автомобіль, що несеться, або «пересісти» з одного ядра на інше (про що повідав нам барон Мюнхгаузен). Можна прямо в польоті перекачувати пальне з одного літака в інший.

3. Траєкторія

Проведіть по аркушу паперу олівцем, і ви одержите лінію, у кожній точці якої побував кінчик олівця.

Роблячи механічний рух, кожне тіло поступово переходить із однієї точки простору в іншу. Сукупність таких точок також створює лінію.

➤ *Лінію, уздовж якого рухається тіло, називають **траєкторією руху тіла**.*

Форма траєкторії може бути будь-якою: пряма лінія, дуга окружності, парабола, ламана лінія. Тому за формою траєкторії рух тіл розділяється на **прямолінійний** та **криволінійний**.

Необхідно відзначити, що форма траєкторії залежить від вибору системи відліку, адже той самий рух у різних системах відліку може виглядати по-різному.

4. Пройдений шлях

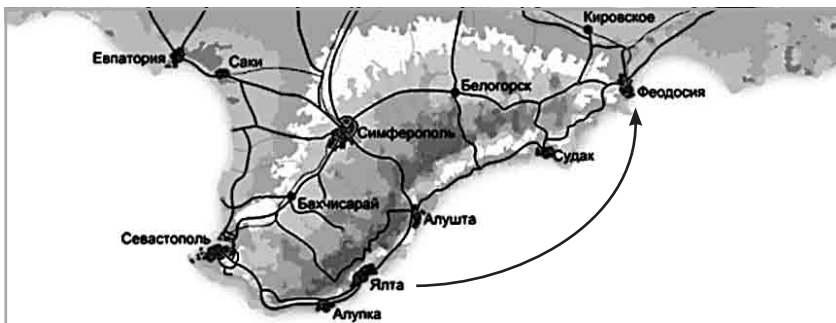
Довжина відрізка траєкторії, описаної тілом, що рухається, згодом збільшується. Знаючи початкове положення тіла, вид траєкторії й довжину її відрізка, можна визначити положення тіла в довільний момент часу.

➤ *Довжину траєкторії називають **шляхом, пройденим тілом**.*

Шлях ми будемо позначати l . Одиницею шляху в СІ є метри (або кілометри, якщо мова йде, наприклад, про рух автомобіля).

5. Переміщення

З Ялти до Феодосії можна дістатися автомобілем по шосе або по морю кораблем (див. карту).



Очевидно, що при цьому й траєкторії руху, і пройдені автомобілем і кораблем шляхи будуть різними. З'єднаємо на карті Ялту й Феодосію спрямованим відрізком прямої. Тоді

➤ ***переміщенням тіла називають спрямований відрізок, проведений з початкового положення тіла в його положення в даний момент часу**.*

Переміщення позначають символом s і характеризують **числовим значенням** (довжиною) і **напрямком**.

Величини, що характеризуються числовим значенням і напрямком, називають **векторними**. Числове значення векторної величини називають її модулем.

6. Матеріальна точка

Під час руху будь-якого тіла кожна його точка описує свою траєкторію. Але чи потрібно враховувати рух кожної точки тіла? Якщо за даних умов руху можна знехтувати розмірами тіла, що рухається, то рух кожної його точки враховувати не обов'язково.

Наприклад, автомобіль рухається з Харкова в Київ, і цей же автомобіль паркується на автостоянці (див. рисунок).



У першому випадку ми можемо знехтувати розмірами автомобіля, у другому — ні.

➤ *Тіло, розмірами якого в умовах даного завдання можна знехтувати, називають **матеріальною точкою**.*

Таким чином, ми заміняємо реальне тіло його моделлю — матеріальною точкою.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

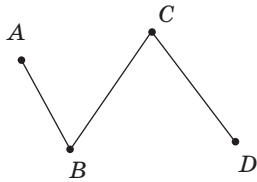
- ? Чим тіла, що рухаються, відрізняються від нерухомих?
- ? Для чого вибирають тіло відліку?
- ? Як впливає вибір тіла відліку на опис механічного руху?

- ? Чому не можна описати рух, не вказуючи часу?
 ? Наведіть приклади прямолінійного й криволінійного рухів.
 ? Які прилади використовуються для вимірювання шляху?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Учимся розв'язувати завдання

1. За заданою траєкторією руху тіла знайдіть його переміщення, якщо початкова точка траєкторії A , а кінцева — D . Завдання розв'яжіть графічно.



2. Дівчинка проходить шлях від будинку до школи 250 м, а до музичного театру в тому ж напрямку — 670 м. Який шлях проходить дівчинка до музичного театру, якщо вона йде не з будинку, а прямо зі школи.
 3. Накресліть траєкторію руху, за якого шлях перевищує модуль переміщення в 3 рази.

2. Поміркуй і відповідай

1. Наведіть два-три приклади тіл, відносно яких перебуває у стані спокою й відносно яких рухається земна куля.
 2. Наведіть приклади руху, коли траєкторія тіла, що рухається, невидима.
 3. Ви їдете в школу в автобусі. Назвіть тіла, відносно яких ви перебуваєте в стані спокою, а відносно яких — рухаєтесь.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 1.
 2. С6-1:
 рів1 — № 1.1, 1.2, 1.4, 1.9, 1.15, 1.16.
 рів2 — № 1.18, 1.21, 1.24, 1.29, 1.33, 1.34.
 рів3 — № 1.36, 1.38, 1.40, 1.42, 1.43, 1.46.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 1.
 2. С6-2:
 рів1 — № 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.9.
 рів2 — № 1.10, 1.11, 1.12, 1.14, 1.16.
 рів3 — № 1.19, 1.20, 1.21, 1.22, 1.25.
 3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 1 «Відносність руху. Траєкторія й шлях».

КОМЕНТАР ДО УРОКУ № 1/1

Коментуючи домашнє завдання, учитель указує на його «різномірність»: учням пропонується самим вибирати домашнє завдання за рівнем складності (середній, достатній і високий). Учитель може заздалегідь роздрукувати аркуші з домашнім завданням (наприклад, на місяць, чверть або семестр) і роздати учням.

У домашньому завданні записано: підготуватися до самостійної роботи № 1. Що це означає?

Учні вдома переглядають тексти завдань із цієї самостійної роботи й вибирають той рівень, що їм під силу (початковий, середній, або достатній), а вчитель на уроці дає учневі номер варіанта з рівня, обраного учнем.

Завдання для самостійної роботи № 1 «Відносність руху. Траєкторія й шлях»

Початковий рівень

1. Виберіть правильну відповідь.
 Лінію, що описує тіло під час руху, називають...
 А прямою лінією;
 Б пройденим шляхом;
 В траєкторією.
 2. Виберіть правильну відповідь.
 Довжину траєкторії, по якій рухається тіло протягом деякого проміжку часу, називають...
 А пройденим шляхом;
 Б прямою лінією;
 В швидкістю.

Середній рівень

1. Коли говорять про швидкість автомобіля або поїзда, тіло відліку звичайно не вказують. Що мають на увазі в цьому випадку під тілом відліку? Чому ви так вважаєте?
2. Чи залежить форма траєкторії від вибору тіла відліку? Наведіть приклади.

Достатній рівень

1. Два автомобілі рухаються по прямолінійному шосе так, що певний час відстань між ними не змінюється. Укажіть, відносно яких тіл протягом цього часу кожний з них перебуває в спокої й відносно яких тіл вони рухаються.
2. Рухаються чи перебувають у спокої відносно одне одного пасажери метро, що знаходяться на двох ескалаторах, які: а) рухаються в одному напрямку; б) рухаються в різних напрямках?

Високий рівень

1. Спортсмен пропливає водяну доріжку в басейні 4 рази. Визначте шлях і модуль переміщення спортсмена, якщо довжина доріжки в басейні 50 м.
2. Автомобіль робить поворот ліворуч по дузі окружності радіусом 30 м. Намалюйте двома різними кольорами траєкторію лівого і правого передніх коліс при такому русі (розміром самих коліс знехтувати). Яке колесо пройшло більший шлях? Наскільки більший? Відстань між передніми колесами дорівнює 2 м.

Урок 2/2

Тема. Прямолінійний рівномірний рух

Мета уроку: ознайомити учнів з характерними ознаками прямолінійного рівномірного руху; дати поняття про швидкість рівномірного прямолінійного руху.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 1 «Відносність руху»
Демонстрації	5 хв	1. Приклади рівномірного руху. 2. Фрагменти відеофільму «Механічний рух»
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Прямолінійний рівномірний рух. 2. Швидкість прямолінійного рівномірного руху. 3. Одиниці швидкості. 4. Розрахунок шляху й часу руху. 5. Вимірювання швидкості
Закріплення вивченого матеріалу	5 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**1. Прямолінійний рівномірний рух**

Коли ми чуємо, що швидкість автомобіля 20 метрів у секунду, то інтуїтивно розуміємо зміст цих слів: за 1 с автомобіль пройде 20 м.

Якщо поїзд за 3 години пройшов 270 км і при цьому не гальмував і не розганявся, це означає, що щогодини він проїжджав 90 км. Тобто швидкість його руху становила 90 км за годину.

У цих прикладах ми вважали, що й автомобіль і поїзд рухалися так, що за будь-які рівні проміжки часу вони проходили однакові шляхи. Такий рух називають рівномірним.

➤ **Прямолінійним рівномірним рухом** називають такий рух, за якого тіло за будь-які рівні проміжки часу робить рівні переміщення.

2. Швидкість прямолінійного рівномірного руху

Поняття про швидкості можна дати на простому прикладі: відстань 6 км турист пройшов за 1 годину, а велосипедист — за 0,5 години. Чим відрізняється рух туриста від руху велосипедиста? Учні роблять висновок: швидкістю (велосипедист рухається швидше, ніж турист). Необхідно підкреслити, що про швидкості тіла не можна судити ні за пройденим шляхом, ні за часом руху. Для того щоб судити про швидкість тіла, треба одночасно знати пройдений шлях і час руху.

➤ **Швидкістю** прямолінійного рівномірного руху називають відношення переміщення до проміжку часу, за який відбулося це переміщення:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}.$$

При розв'язанні ряду завдань необхідно вказувати, у якому напрямку рухається тіло. При короткому записі умови завдання записується модуль швидкості, а на рисунку швидкість зображується стрілкою, довжина якої в певному масштабі показує числове значення швидкості.

У випадку прямолінійного руху, при якому тіло не змінює напрямку руху на протилежний, — наприклад при прямолінійному рівномірному русі — модуль переміщення s збігається зі шляхом l , пройденим тілом, тому при такому русі справедлива також формула:

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

3. Одиниці швидкості

Одиницею швидкості в СІ є $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

➤ 1 м/с — це швидкість такого рівномірного руху, у ході якого тіло за кожен секунду проходить шлях в 1 м .

Швидкість руху можна вимірювати й у см/с , і в км/год , і в км/с .

Наприклад, швидкість літака 250 м/с , швидкість світла у вакуумі 300000 км/с , швидкість автомобіля 90 км/год , швидкість пішохода 5 км/год , швидкість равлика $0,6 \text{ см/с}$.

Виразимо швидкість автомобіля в одиницях СІ:

$$90 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 90 \frac{1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Із цього прикладу видно, що числове значення швидкості, заданої в км/год , в $3,6$ рази більше від числового значення швидкості, заданої в м/с .

4. Розрахунок шляху й часу руху

Якщо відомі швидкість тіла й час при рівномірному русі, то можна знайти пройдений ним шлях:

$$l = vt.$$

Можна знайти так само й час, протягом якого рухалося тіло:

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

5. Вимірювання швидкості

Для вимірювання швидкості створені спеціальні прилади. Найпоширеніший з них — спідометр (див. рисунок), установлений у будь-якому транспортному засобі.



Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Який рух називають рівномірним? Наведіть приклади рівномірного руху.
- ? Що показує швидкість тіла при рівномірному русі?
- ? Виразіть у км/год такі швидкості: $0,5 \text{ м/с}$, 3 м/с , 20 м/с .
- ? Виразіть у м/с такі швидкості: $3,6 \text{ км/год}$, 72 км/год , 108 км/год .
- ? Яка швидкість більше: 15 м/с або 36 км/год ?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Турист ішов 20 хв зі швидкістю $5,4 \text{ км/год}$. Який шлях він пройшов за цей час?
2. Поїзд довжиною 240 м , рухаючись рівномірно, пройшов міст за 2 хв . Яка швидкість поїзда, якщо довжина моста дорівнює 360 м ?

3. Один автомобіль, рухаючись рівномірно зі швидкістю 16 м/с, проїхав тунель за 30 с, а інший автомобіль, рухаючись рівномірно, проїхав той самий тунель за 24 с. Яка швидкість другого автомобіля?

Домашнє завдання

- У-1: § 2. (п.1, 2, 3, 4).
- С6-1:
 рів1 — № 2.5, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12.
 рів2 — № 2.18, 2.20, 2.22, 2.23, 2.26.
 рів3 — № 2.32, 2.33, 2.38, 2.39, 2.40.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 2.
- С6-2:
 рів1 — № 1.5, 2.1, 2.3, 2.5, 2.7.
 рів2 — № 2.11, 2.15, 2.17, 2.19, 2.21.
 рів3 — № 2.30, 2.32, 2.34, 2.35, 2.39.

Урок 3/3

Тема. Графічне представлення руху

Мета уроку: познайомити учнів із графічною інтерпретацією руху; навчити будувати графіки залежності шляху й швидкості від часу.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Яка швидкість більше: 72 км/год або 15 м/с? 2. Що розуміють під прямолінійним рівномірним рухом? 3. Чи зможете ви, перебуваючи в поїзді, визначити, чи рівномірно він рухається, якщо у вас будуть зав'язані очі? Як це можна зробити? 4. Чи можна стверджувати, що тіло рухається прямолінійно й рівномірно, якщо воно рухається уздовж прямої в одному напрямку й за кожен секунду проходить шлях 1 м?
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Графіки залежності шляху від часу. 2. Графіки залежності швидкості від часу
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Графіки залежності шляху від часу

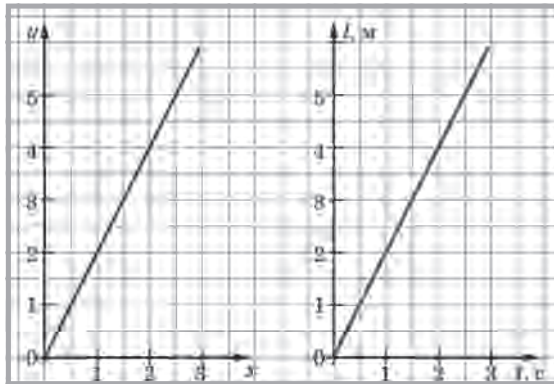
У багатьох випадках рух тіл зручно описувати за допомогою графіків. Такий спосіб опису руху досить наочний. У курсі математики вже вивчалися графіки деяких функцій. Проаналізуємо графіки руху й швидкості: $l = f(t)$ і $v = f(t)$.

Згадаємо, як на уроках математики графічно виражали залежність однієї величини від зміни іншої. Для розрахунку пройденого з постійною швидкістю шляху ми використовуємо формулу $l = vt$. На уроках математики ми використали рівняння $y = kx$.

Фізика	Математика
$l = vt$	$y = kx$
l — функція	y — функція

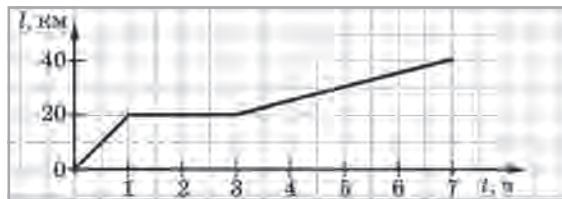
Фізика	Математика
t — аргумент	x — аргумент
v — постійна	k — постійна

На першому рисунку зображений графік функції $y = 2x$. За аналогією для другого графіка можна записати $l = 2t$.



Графік руху дає такий самий повний опис руху, як і формула $l = vt$.

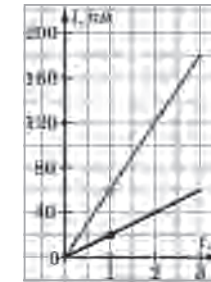
Наприклад, нехай нам відомий графік рівномірного руху тіла.



За допомогою цього графіка ми можемо одержати певні відомості про рух тіла. За 1 год тіло проїхало 20 км, потім 2 год тіло стояло, а потім за 4 год тіло проїхало ще 20 км. При цьому за графіком ми можемо визначити й швидкість руху:

$$v_1 = 20 \text{ км/год}, v_2 = 0, v_3 = 5 \text{ км/год}.$$

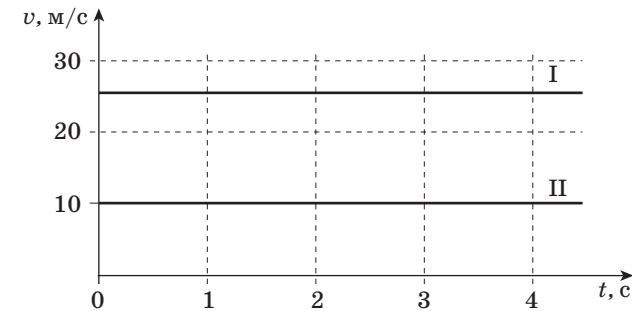
Розглянемо тепер, чим відрізняються графіки залежності шляху від часу для тіл, що рухаються з різною швидкістю.



Варто звернути увагу учнів на такий дуже важливий факт: чим більше швидкість тіла, тим більше кут між графіком залежності шляху від часу й віссю часу.

2. Графіки залежності швидкості від часу

Поряд із графіками руху часто користуються графіками швидкості. Для побудови графіка швидкості застосовують прямокутну систему координат, по горизонтальній осі якої відкладають у певному масштабі час, а по вертикальній — модуль швидкості.



Із цього графіка можна визначити, що швидкість першого тіла 25 м/с, а другого — 10 м/с.

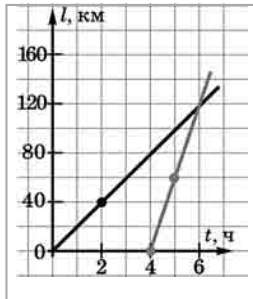
Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Який вид має графік залежності шляху від часу при прямолінійному рівномірному русі?
- ? Чим відрізняються графіки залежності шляху від часу для двох тіл, що рухаються з різною швидкістю?

- ? Як за графіком шляху для двох тіл порівняти швидкості їхнього руху?
- ? Як за графіком швидкості визначити пройдений тілом шлях?

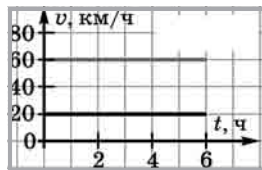
ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Із селища виїхав велосипедист зі швидкістю 20 км/год, а через 4 год після нього — автомобіль зі швидкістю 60 км/год. Через скільки годин після свого виїзду автомобіль наздожене велосипедиста? Розв'яжіть завдання графічно.

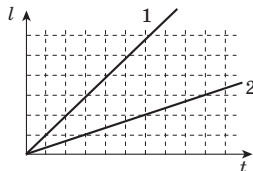


Розв'язок. Графіки перетинаються при $t=6$ год, рахуючи від моменту виїзду велосипедиста, тобто через 2 год після виїзду автомобіля.

2. За графіком визначте швидкість руху кожного тіла. Який шлях пройшли обидва тіла за 3 с? Побудуйте графіки шляху.



3. На рисунку наведені графіки залежності шляху від часу для двох автомобілів. Швидкість якого з автомобілів більше? Чому ви так вважаєте?



Домашнє завдання-1

- У-1: § 2 (п. 5).
- С6-1:
 - рів1 — № 2.15, 2.16, 2.17.
 - рів2 — № 2.25, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31.
 - рів3 — № 2.36, 2.41, 2.42, 2.43, 2.44.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 4.
- С6-2:
 - рів1 — № 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.7.
 - рів2 — № 4.8, 4.10, 4.11, 4.13, 4.15.
 - рів3 — № 4.16, 4.19, 4.22, 4.23, 4.27.
3. Підготуватися до лабораторної роботи № 1.

Урок 4/4

Тема. Лабораторна робота № 1 «Вимірювання швидкості руху тіла»

Мета уроку: навчитися вимірювати швидкість тіла при рівномірному русі.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: металева кулька, жолоб, секундомір, лінійка, простий олівець, гумка, метроном*, відрегульована на проміжок часу 1 с між послідовними ударами**.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Установіть жолоб під малим кутом до горизонту, підклавши під один з його кінців тонку книгу або зошит.
- Покладіть металеву кульку на більш високий кінець жолоба й у момент удару метронома злегка штовхніть кульку.
- Відзначте олівцем на жолобі положення кульки через 1, 2 й 3 секунди після початку руху. Виміряйте лінійкою шляхи, пройдені за кожну секунду, й обчисліть середню швидкість за кожний із цих проміжків часу, заповніть таблицю.

Час руху, с	Пройдений шлях, см	Середня швидкість, см/с
Перша секунда		
Друга секунда		
Третя секунда		

- Якщо знайдені значення середньої швидкості приблизно однакові (з точністю до 10 %), то рух кульки приблизно можна вважати рівномірним. Якщо ж ці значення істотно відрізняються, змініть (зробивши кілька спроб) нахил жолоба так, щоб домогтися приблизно рівномірного руху кульки. Ще раз заповніть таблицю.

Час руху, с	Пройдений шлях, см	Середня швидкість, см/с
Перша секунда		
Друга секунда		
Третя секунда		

- Зробіть висновок, як рухалася кулька в проведених вами дослідах.

* Метроном встановлюється на столі учителя, один на клас.

** На розгляд вчителя цей проміжок може бути змінений.

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 2.
- Сб-1:**
 - рів1** — № 2.8, 2.13; 2.14.
 - рів2** — № 2.21, 2.24, 2.27.
 - рів3** — № 2.34, 2.35, 2.37.

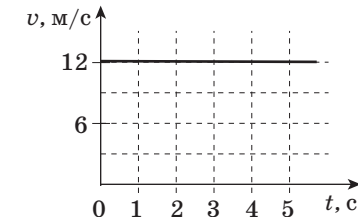
Домашнє завдання-2

- У-2:** §§ 2, 4.
- Сб-2:**
 - рів1** — № 2.8, 2.9, 3.6, 4.2, 4.6.
 - рів2** — № 3.8, 3.14, 4.9, 4.12, 4.14.
 - рів3** — № 4.20, 4.24, 4.26, 4.28, 4.30.
- Д:** Підготуватися до самостійної роботи № 2 «Прямолінійний рівномірний рух».

Завдання із самостійної роботи № 2 «Прямолінійний рівномірний рух»

Початковий рівень

- Виберіть правильну відповідь. Пасажирський поїзд, рухаючись рівномірно, за 20 хв пройшов шлях 30 км. Яка швидкість поїзда?
 - А** 10 м/с
 - Б** 15 м/с
 - В** 25 м/с
- Виберіть правильну відповідь. На рисунку представлений графік залежності швидкості рівномірного руху від часу. Який шлях пройшло тіло через 3 с?
 - А** 4 м
 - Б** 18 м
 - В** 36 м



Середній рівень

- Людина йде, роблячи 2 кроки в секунду. Довжина кроку 75 см. Виразіть швидкість людини в метрах за секунду й у кілометрах за годину.

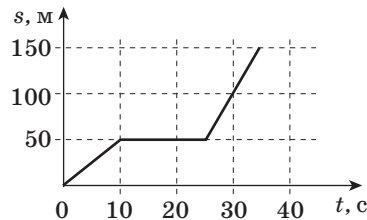
2. Яку відстань долає літак за 1,5 хв, якщо він летить зі швидкістю 800 км/год?

Достатній рівень

1. Автомобіль їхав 0,5 год зі швидкістю 90 км/год. З якою швидкістю повинен їхати велосипедист, щоб проїхати ту саму ділянку шляху за 1 год 30 хв?
2. Один велосипедист протягом 12 с рухався зі швидкістю 6 м/с, а другий проїхав цю саму ділянку шляху за 9 с. Яка швидкість другого велосипедиста на цій ділянці шляху?

Високий рівень

1. Поїзд проходить повз спостерігача протягом 10 с, а по мосту довжиною 400 м — протягом 30 с. Визначити довжину й швидкість поїзда.
2. На рисунку зображений графік, що характеризує рух зайця. З якою швидкістю рухався заєць до зупинки? Протягом якого часу заєць відпочивав? Який шлях пройшов заєць за 30 с? Побудуйте графік залежності швидкості від часу.



Урок 5/5

Тема. Прямолинійний нерівномірний рух

Мета уроку: увести поняття нерівномірного руху; дати поняття середньої швидкості.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 2 «Прямолинійний рівномірний рух»
Демонстрації	3 хв	Приклади нерівномірного руху
Вивчення нового матеріалу	20 хв	1. Нерівномірний рух. 2. Середня швидкість при нерівномірному русі. 3. Шлях і час при нерівномірному русі. 4. Миттєва швидкість
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Нерівномірний рух

Рівномірний прямолинійний рух зустрічається досить рідко. Рівномірно й прямолинійно тіла рухаються лише на невеликих відрізках своєї траєкторії, а при переході на інші ділянки їхня швидкість змінюється. Якщо виміряти відстані, пройдені рейсовим автобусом за кожну хвилину, то ми побачимо, що вони будуть різними.

Отже,

➤ *рух, за якого тіло проходить за рівні проміжки часу різні шляхи, називають **нерівномірним**.*

У випадку рівномірного руху швидкість постійна на будь-якій ділянці, і її можна визначити через відношення будь-яких переміщень до проміжків часу, за які ці переміщення відбулися.

У випадку нерівномірного руху швидкість змінюється, і на кожній, навіть найменшій ділянці, вона відрізняється від швидкості на сусідніх ділянках. Тому для характеристики змінного руху поняття швидкості розширюється: уводяться нові поняття «середня швидкість на ділянці» й «миттєва швидкість у точці».

2. Середня швидкість при нерівномірному русі

Середня швидкість на будь-якій ділянці траєкторії визначається відношенням переміщення до часу, за який це переміщення відбулося:

$$\vec{v}_{\text{сеп}} = \frac{\vec{s}}{t}.$$

Якщо ми розглядаємо тільки прямолінійний нерівномірний рух (причому в одному напрямку), то модуль переміщення s збігається зі шляхом l , пройденим тілом. Тому при такому русі модуль середньої швидкості дорівнює:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t}.$$

➤ *Щоб обчислити середню швидкість руху тіла, необхідно шлях, що пройшло тіло, розділити на час руху.*

Необхідно звернути увагу учнів на те, що середня швидкість показує, з якою швидкістю тіло має рухатися рівномірно, щоб дану відстань подолати за такий самий час, як і при нерівномірному русі.

3. Шлях і час при нерівномірному русі

Необхідно повідомити учням, що знання середньої швидкості дозволяє визначити шлях і час, протягом якого поїзд, автомобіль, літак проходять шлях від одного пункту до іншого:

$$l = v_{\text{сеп}} t; \quad t = \frac{l}{v_{\text{сеп}}}.$$

Якщо тіло пройшло кілька ділянок шляху ($l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$), затративши на кожну з ділянок час ($t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$), то середня швидкість на всьому шляху дорівнює

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}.$$

Середня швидкість не дає можливість з'ясувати, де перебуває тіло в довільний момент часу, але дає можливість обчислити весь шлях, пройдений тілом за певний проміжок часу.

4. Миттєва швидкість

Якщо спостерігати за показаннями спідометра автомобіля, що рухається, то можна помітити, що вони змінюються. Стрілка спідометра часто коливається під час їзди, тому що швидкість автомобіля звичайно змінюється з часом: водій обганяє інші автомобілі, гальмує перед перехрестями, розганяється після них тощо.

➤ *Швидкість у даній точці траєкторії в даний момент часу називають миттєвою швидкістю.*

Миттєву швидкість тіла в даний момент часу можна розглядати як середню швидкість за дуже малий проміжок часу, що включає даний момент.

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}.$$

Миттєва швидкість — величина векторна. Її напрямок збігається з напрямком переміщення.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ❓ *Що таке нерівномірний рух? Наведіть кілька прикладів такого руху.*
- ❓ *Що ми розуміємо під словами: «середня швидкість автомобіля дорівнює 70 км/год»?*
- ❓ *Автомобіль проїжджав за кожну годину 80 км. Чи можна стверджувати, що його рух був рівномірним?*
- ❓ *Опишіть нерівномірний рух, за якого кожні 4 хв тіло проходить 400 м.*
- ❓ *Відома середня швидкість за певний проміжок часу. Чи можна знайти пройдений шлях за половину цього проміжку?*
- ❓ *Як пов'язаний модуль середньої швидкості зі шляхом при прямолінійному русі в одному напрямку?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Мотоцикліст проїхав 20 км за 30 хв, а потім їхав зі швидкістю 60 км/год протягом 1,5 год. Яка була його середня швидкість на всьому шляху?

2. Хлопчик півтори години їхав на велосипеді зі швидкістю 20 км/год. Після цього велосипед зламався, й останній кілометр хлопчик змушений був пройти пішки. Яка була середня швидкість хлопчика на всьому шляху, якщо пішки він ішов півгодини?

Розв'язок. Рух хлопчика протягом двох годин був нерівномірним: він складався з: а) рівномірного руху зі швидкістю 20 км/год протягом перших 1,5 год руху й б) рівномірного руху на останньому кілометрі з меншою швидкістю. Для обчислення середньої швидкості необхідно знати весь пройдений шлях й увесь час руху.

Весь шлях можна визначити за формулою $l = l_1 + l_2$, де l_1 — шлях, пройдений на велосипеді, l_2 — шлях, пройдений пішки. Шлях, пройдений на велосипеді, знайдемо за формулою $l_1 = v_1 t_1$. Час хлопчика упродовж руху: $t = t_1 + t_2$.

Тоді середня швидкість руху хлопчика дорівнює:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} = \frac{v_1 t_1 + l_2}{t_1 + t_2}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[v_{\text{сеп}}] = \frac{\frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \text{год} + \text{км}}{\text{год} + \text{год}} = \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Обчислюємо середню швидкість:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{1,5 \cdot 20 + 1}{1,5 + 0,5} = 15,5 \left(\frac{\text{км}}{\text{год}} \right).$$

3. Мотоцикліст півшляху проїхав зі швидкістю 60 км/год, а решту шляху — зі швидкістю 40 км/год. Якою була середня швидкість мотоцикліста на всьому шляху? (Відповідь: 48 км/год)

2. Поміркуй і відповідай

1. Відома середня швидкість за певний проміжок часу. Чи можна знайти пройдений шлях за половину цього проміжку?
2. У якому випадку миттєва й середня швидкості рівні між собою?
3. Чому не можна говорити про середню швидкість змінного руху взагалі, а можна говорити тільки про середню швидкість за да-

ний проміжок часу або про середню швидкість на даній ділянці шляху?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 3.
2. С6-1:

рів1 — № 3.2, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7.

рів2 — № 3.11, 3.13, 3.14, 3.16, 3.17.

рів3 — № 3.21; 3.23, 3.24, 3.25, 3.26.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 3.
2. С6-2:

рів1 — № 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.

рів2 — № 3.7, 3.9, 3.10, 3.13, 3.15.

рів3 — № 3.21, 3.24, 3.25, 3.28, 3.31.

Урок 6/6

Тема. Розв'язання задач на обчислення середньої швидкості

Мета уроку: закріпити знання про середню швидкість; познайомити учнів з методами розв'язання задач.

Тип уроку: урок закріплення знань.

План уроку

Контроль знань	10 хв	1. Що розуміють під середньою швидкістю нерівномірного руху? 2. Турист годину рухався зі швидкістю 5 км/год, а потім годину їхав зі швидкістю 15 км/год. Обчислить середню швидкість на всьому шляху? 3. Мотоцикл проїхав 60 км за 1 год, а потім ще 140 км за 4 год. Обчислить середню швидкість на всьому шляху?
Закріплення вивченого матеріалу	35 хв	1. Поміркуй і відповідай. 2. Навчаємося розв'язувати задачі

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

Даний урок має чітку спрямованість: формування в учнів практичних навичок і вмій. Урок необхідно почати з короткого повторення попереднього матеріалу у формі фронтального опитування, звертаючи особливу увагу на розуміння учнями фізичного змісту середньої швидкості. Закріпленню знань з теми «Середня швидкість» сприяє адекватний підбір якісних і розрахункових задач.

1. Поміркуй і відповідай

1. Про яку швидкість йдеться, коли називають числове значення швидкості, наприклад, поїзда, що йде з Києва в Одесу?

2. На вулицях міст вивішують знаки, що забороняють рух зі швидкостями, що перевищують значення швидкості, зазначеної на знаку. Про яку швидкість тут йдеться?



3. Чи може перемогти в бігу спортсмен, що володіє стрімким стартом, блискавичним фінішем, але поступається суперникам у середній швидкості на дистанції, що розігрується?

2. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Футболіст високого класу пробігає за матч близько 20 км. Яка його середня швидкість?
2. Турист виїхав із селища по прямій дорозі на велосипеді зі швидкістю 15 км/год. По дорозі велосипед зламався, і далі туристові довелося йти пішки зі швидкістю 5 км/год. Знайдіть середню швидкість руху на всьому шляху, якщо: а) турист половину часу їхав і половину часу йшов; б) турист половину шляху їхав і половину шляху йшов. Чому середня швидкість у випадках а) й б) не збігається?

Розв'язок. Позначимо весь пройдений шлях l , а весь витрачений час t . Тоді $v_{\text{сеп}} = l/t$. У випадку а) людина їхала протягом часу $t_1 = \frac{t}{2}$ й такий самий час $t_2 = \frac{t}{2}$ йшла пішки. Отже, вона проїхала шлях $l_1 = v_1 t_1$ і пройшла шлях $l_2 = v_2 t_2$. Оскільки $l = l_1 + l_2$, одержуємо:

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l_1 + l_2}{t} = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{t} = \frac{v_1 t/2 + v_2 t/2}{t} = \frac{v_1 + v_2}{2}.$$

Підставляючи числові дані, одержуємо

$$v_{\text{сеп}} = 10 \text{ км/год.}$$

Зверніть увагу: середня швидкість дорівнює середньому арифметичному швидкостей на різних ділянках, якщо рух на кожній ділянці забирав однаковий час.

У випадку б) людина проїхала шлях $l_1 = l/2$ і такий самий шлях $l_2 = l/2$ пройшла пішки. Отже, їхала вона протягом часу $t_1 = \frac{l_1}{v_1}$, а йшла протягом часу $t_2 = \frac{l_2}{v_2}$. Оскільки $t = t_1 + t_2$, одержуємо

$$v_{\text{сеп}} = \frac{l}{t_1 + t_2} = \frac{l}{l_1/v_1 + l_2/v_2} = \frac{l}{\frac{l}{2v_1} + \frac{l}{2v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}.$$

Підставляючи числові дані, одержуємо $v_{\text{сеп}} = 7,5$ км/год. Як бачимо, у цьому випадку середня швидкість руху менше, ніж у першому. Це пояснюється тим, що у випадку а) людина їхала і йшла однаковий час, а у випадку б) вона проїхала й пройшла однакову відстань, тобто йшла довше, ніж їхала.

3. Два мандрівники одночасно виїхали на велосипеді з міста А в місто Б, і в обох велосипеди в дорозі зламалися. Перший мандрівник половину часу їхав і половину часу йшов, а другий половину шляху їхав і половину шляху йшов. Який мандрівник прийшов у місто Б раніше, якщо мандрівники їдуть із однаковою швидкістю і йдуть із однаковою швидкістю?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 3.

2. С6-1:

рів1 — № 3.3, 3.8, 3.9, 3.10.

рів2 — № 3.12, 3.15, 3.18, 3.19, 3.20.

рів3 — № 3.27; 3.28, 3.29, 3.30.

3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 3 «Середня швидкість».

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 3.

2. С6-2:

рів1 — № 3.8, 3.11, 3.12, 3.14.

рів2 — № 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20.

рів3 — № 3.22, 3.23, 3.26, 3.27, 3.30

Завдання для самостійної роботи № 3

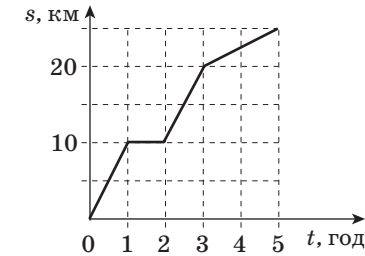
«Середня швидкість»

Початковий рівень

- Виберіть правильну відповідь. Автомобіль проїхав 60 км за 1 год, а потім ще 240 км за 5 год. Яка середня швидкість на всьому шляху?
 - А 40 км/год
 - Б 50 км/год
 - В 150 км/год
- Виберіть правильну відповідь. Пішохід годину йшов зі швидкістю 4 км/год, а потім годину їхав на велосипеді зі швидкістю 16 км/год. Яка середня швидкість на всьому шляху?
 - А 8 км/год
 - Б 10 км/год
 - В 20 км/год

Середній рівень

- На рисунку зображений графік залежності шляхи від часу для деякого тіла. Визначте середню швидкість тіла на всьому шляху. Якою була б середня швидкість цього тіла, якби воно рухалося увесь час?



- Турист за 25 хв пройшов 1,2 км, потім півгодини відпочивав, а потім пробіг ще 800 м за 5 хв. Якою була його середня швидкість на всьому шляху? Якою була б його середня швидкість, якби він не відпочивав?

Достатній рівень

- Поїзд рухався на підйомі із середньою швидкістю 60 км/год, а на спуску його середня швидкість склала 100 км/год. Визначте середню швидкість на всій ділянці шляху, якщо врахувати, що спуск удвічі довший, ніж підйом.
- Першу половину шляху автомобіль ішов зі швидкістю, у 8 разів більшою, ніж другу. Середня швидкість автомобіля на всьому шляху дорівнює 16 км/год. Визначте швидкість автомобіля на другій половині шляху.

Високий рівень

- Мандрівник дві години їхав на велосипеді, а потім велосипед зламався, і мандрівник шість годин йшов пішки. Якою була його середня швидкість, якщо їхав він утричі швидше, ніж йшов, а йшов зі швидкістю 4 км/год?
- Мандрівник їхав спочатку на коні, а потім на віслюкові. Яку частину шляху і яку частину всього часу руху він їхав на коні, якщо середня швидкість мандрівника виявилася рівною 12 км/год, швидкість їзди на коні 30 км/год, а на віслюкові — 6 км/год?

Урок 7/7

Тема. Рівномірний рух по колу

Мета уроку: ознайомити учнів із природою рівномірного руху по колу, з фізичними величинами, що характеризують цей рух.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 3 «Середня швидкість»
Демонстрації	4 хв	1. Рівномірний рух по колу. 2. Період обертання і обертова частота. 3. Обертовий рух
Вивчення нового матеріалу	21 хв	1. Рівномірний рух по колу. 2. Період обертання і обертова частота. 3. Обертовий рух
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Рівномірний рух по колу

Увагу учнів слід звернути на те, що криволінійні рухи більш поширені, ніж прямолінійні. Будь-який криволінійний рух можна розглядати як рух по дугах кіл з різними радіусами. Вивчення руху по колу дає також ключ до розгляду довільного криволінійного руху.

Ми будемо вивчати рух тіл по колу з постійною за модулем швидкістю. Такий рух називають *рівномірним рухом по колу*.

Спостереження показують, що маленькі частинки, що відокремлюються від тіла, що обертається, летять із тією швидкістю, якою володіли в момент відриву: бруд з-під коліс автомобіля летить по дотичній до поверхні коліс; розпечені частинки металу, що відриваються при заточенні різця об точильний камінь, що обертається, також летять по дотичній до поверхні каменя.

Таким чином,

➤ Під час руху по колу швидкість у будь-якій точці траєкторії спрямована **по дотичній** до кола в цій точці.

Необхідно звернути увагу учнів, що при рівномірному русі по колу модуль швидкості тіла залишається постійним, але напрямки швидкості увесь час змінюється.

2. Період обертання і обертова частота

Рух тіла по колу часто характеризують не швидкістю руху, а проміжком часу, за який тіло робить один повний оберт. Ця величина називається періодом обертання.

➤ **Період обертання** — це фізична величина, що дорівнює проміжку часу, за який тіло, що рівномірно обертається, робить один оберт.

Період обертання позначається символом T . Наприклад, Земля робить повний оберт навколо Сонця за 365,25 діб.

При розрахунках період звичайно виражають у секундах. Якщо період обертання дорівнює 1 с, це означає, що тіло за одну секунду робить один повний оберт. Якщо за час t тіло зробило N повних обертів, то період можна визначити за формулою:

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

Якщо відомий період обертання T , то можна знайти швидкість тіла v . За час t , що дорівнює періоду T , тіло проходить шлях, що дорівнює довжині кола: $l = 2\pi R$. Отже,

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

Рух тіла по колу можна характеризувати ще однією величиною — числом обертів по колу за одиницю часу. Її називають **обертовою частотою**:

➤ **обертова частота** дорівнює кількості повних обертів за одну секунду.

Обертова частота й період обертання зв'язані таким співвідношенням:

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

Частоту в СІ вимірюють в $\frac{1}{c}$ (c^{-1}).

3. Обертовий рух

У природі досить поширений обертовий рух: обертання коліс, маховиків, Землі навколо своєї осі й т. ін.

Важливою особливістю обертового руху є те, що *всі точки тіла рухаються з тим самим періодом*, але швидкості різних точок можуть істотно відрізнятись, оскільки різні точки рухаються по колах різних радіусів.

Наприклад, при добовому обертанні Землі швидше за інші рухаються точки, що перебувають на екваторі, оскільки вони рухаються по колу найбільшого радіуса — радіуса Землі. Точки ж земної поверхні, що перебувають на інших паралелях, рухаються з меншою швидкістю, тому що довжина кожної із цих паралелей менше довжини екватора.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть два–три приклади криволінійних рухів.
- ? Наведіть два–три приклади рівномірного руху по колу.
- ? Що таке обертовий рух? Наведіть приклади такого руху.
- ? Як спрямована миттєва швидкість під час руху по колу? Наведіть два–три приклади.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. З якою швидкістю рухаються кінці годинної, хвилинної й секундної стрілок настінних годинників? Прийміть, що довжина кожної із цих стрілок дорівнює 10 см.

Розв'язок. Використовуючи формулу, що зв'язує швидкість, період і радіус, одержуємо для кінців годинної й хвилинної стрілок:

$$v_{\text{год}} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,1}{3600 \cdot 12} = 1,5 \cdot 10^{-5} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 0,015 \frac{\text{мм}}{\text{с}},$$

$$v_{\text{хв}} = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,1}{3600} = 1,7 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 0,17 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Рух з такими малими швидкостями важко помітити оком, тому коли ми дивимося на настінні годинники, годинна й хвилинна стрілки здаються нерухомими. Кінець же секундної стрілки рухається зі швидкістю:

$$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,1}{60} = 1 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 1 \frac{\text{см}}{\text{с}}.$$

2. Чому дорівнює період обертання Землі навколо Сонця? Місяця навколо Землі?
3. Чому дорівнює період обертання годинної стрілки годинників? Хвилинної? Секундної?

Розв'язок. Годинна стрілка робить один повний оберт за 12 годин — це і є період її обертання. Період обертання хвилинної стрілки — 1 год, а секундної — 1 хв.

2. Поміркуй і відповідай

1. Обертова частота якої зі стрілок більше: годинної чи хвилинної? Чому?
2. Спостереження за яким процесом призвело до появи таких одиниць виміру, як місяць і тиждень?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 4.
2. С6-1:
 - рів1 — № 4.5, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10.
 - рів2 — № 4.13, 4.17, 4.18, 4.19, 4.21.
 - рів3 — № 4.25; 4.27, 4.28, 4.30, 4.31.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 5.
2. С6-2:
 - рів1 — № 5.1, 5.3, 5.5, 5.7, 5.8.
 - рів2 — № 5.9, 5.10, 5.11, 5.12.
 - рів3 — № 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17
3. Д: Виконати вдома самостійну роботу № 4 «Рух по колу. Обертова частота»

Завдання для самостійної роботи № 4

«Рух по колу. Обертова частота»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Обертова частота — це фізична величина, що дорівнює...
 - А числу повних обертів за одну секунду;

Б часу одного повного оберту;

В числу повних обертів за 2π секунд.

2. Виберіть правильну відповідь. Рух автомобіля якою із трьох доріг можна вважати найменш близьким до руху по колу?



А



Б



В

Середній рівень

- Період обертання платформи карусельного верстата 4 с. Знайдіть швидкість крайніх точок платформи, віддалених від осі обертання на 2 м.
- Хлопчик обертає камінь на мотузці, довжина якої 1,2 м. Визначте період обертання каменя, якщо середня швидкість його дорівнює 18 км/год.

Достатній рівень

- У скільки разів швидкість кінця хвилинної стрілки баштових годинників більше за швидкість кінця хвилинної стрілки наручних годинників, якщо довжина стрілки баштових годинників 1,5 м, а довжина стрілки наручних годинників 1,5 см?
- Знайдіть радіус колеса, що обертається, якщо відомо, що швидкість точки, що лежить на ободі, в 2,5 рази більше швидкості точки, що лежить на 5 см ближче до осі колеса.

Високий рівень

- Перша у світі орбітальна космічна станція рухалася зі швидкістю 7,3 км/с і мала період обертання 88,85 хв. Уважаючи її орбіту круговою, знайдіть висоту станції над поверхнею Землі. Радіус Землі вважайте рівним 6400 км.
- Знайдіть швидкість точок земного екватора, обумовлену добовим обертанням Землі. З якою швидкістю й куди повинен летіти літак поблизу екватора, щоб сонце на небі для нього «зупинилося»?

Урок 8/8

Тема. Лабораторна робота № 2 «Вимірювання обертової частоти тіла»

Мета уроку: виміряти обертову частоту колеса іграшкового автомобіля.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: два іграшкових автомобілі з колесами різного діаметра, секундомір, смужки самоклеючого паперу.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Зробіть за допомогою смужки самоклеючого паперу мітку на одне з коліс кожного автомобіля.
- Розмістіть автомобіль із колесами більшого діаметра на столі так, щоб паперова мітка виявилася біля нижньої частини колеса.
- Повільно і якомога більш рівномірно пересувайте автомобіль уздовж стола. При цьому колеса автомобіля здійснюватимуть обертовий рух у вертикальній площині. Порахуйте, скільки разів паперова мітка повернеться у своє початкове положення, тобто порахуйте кількість повних обертів N колеса автомобіля.
- Снову повільно й рівномірно пересувайте автомобіль уздовж стола. За допомогою секундоміра виміряйте час руху t автомобіля.
- Виміряйте час, за який колесо зробить 4 повних оберти за тієї ж самої швидкості автомобіля.
- Повторіть досліди ще раз, збільшуючи швидкість руху автомобіля.
- Повторіть досліди, описані в пунктах 1–5, для автомобіля з колесами меншого діаметра.
- Обчисліть період і обертову частоту коліс кожного з автомобілів для всіх дослідів.
- Заповніть таблиці в зошиті для лабораторних робіт.

N досліду	Час, t с	Кількість обертів, N	Період обертання, T	Обертова частота, n
Обертання коліс великого діаметра				

N до- сліду	Час, t с	Кількість обертів, N	Період обер- тання, T	Обертова час- тота, n
Обертання коліс меншого діаметра				

10. Проаналізувавши результати експерименту, зробіть висновок, у якому відзначте, який вид руху ви сьогодні розглядали, яку величину визначали і який результат одержали. Порівняйте обертову частоту й період обертання коліс більшого й меншого діаметрів.

11. Запишіть висновки в зошит для лабораторних робіт.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 4.

2. С6-1:

рів1 — № 4.4, 4.6, 4.11, 4.12.

рів2 — № 4.15, 4.16, 4.20, 4.22.

рів3 — № 4.23; 4.26, 4.29, 4.32.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 5.

2. С6-2:

рів1 — № 5.2, 5.4, 5.6.

рів2 — № 5.18, 5.19.

рів3 — № 5.20, 5.21.

Урок 9/9

Тема. Механічні коливання

Мета уроку: познайомити учнів з одним з найпоширеніших рухів у природі й техніці — коливальним рухом.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	6 хв	1. Коливальні рухи. 2. Залежність періоду коливань нитяного маятника від амплітуди. 3. Залежність періоду коливань нитяного маятника від маси вантажу й від довжини нитки. 4. Залежність періоду коливань пружинного маятника від амплітуди й від маси вантажу
Вивчення нового матеріалу	27 хв	1. Коливальний рух. 2. Амплітуда, період і частота коливань. 3. Математичний маятник. 4. Пружинний маятник
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай. 3. Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Коливальний рух

Коливальний рух є одним з найпоширеніших у природі видів руху, і всі ми його неодноразово спостерігали. Коливаються гойдалка, гілки й листя дерев на вітрі, струни музичних інструментів і голосові зв'язки людини, коли видають звуки.

Коливальний рух здійснює і тіло, підвішене на пружині. Якщо тіло штовхнути у вертикальному напрямку, то можна побачити, що воно рухається вниз-вгору, тобто здійснює коливальний рух.

Якщо ми подивимося на рух вантажу на нитці, то помітимо, що він буде рухатися від одного крайнього положення до іншого, проходячи через середню точку й повторюючи свій рух через певний проміжок часу. Такий рух вантажу також являє приклад механічних коливань.

➤ **Коливаннями** називаються фізичні процеси, що точно або приблизно повторюються через однакові інтервали часу.

Залежно від фізичної природи розрізняють *механічні* й *електромагнітні* коливання.

➤ **Механічними коливаннями** називаються такі рухи тіл, за яких через рівні інтервали часу координати тіла, що рухається, його швидкість і прискорення приймають вихідні значення.

2. Амплітуда, період і частота коливань

Підвісимо на дві нитки однакової довжини однакові вантажі. Відхилимо вантажі обох маятників на різні відстані. Ми помітимо, що обидва маятники будуть коливатися з різними розмахами, тобто їхні крайні положення перебувають на різних відстанях від положення рівноваги.

«Розмах» коливань, тобто найбільше відхилення коливального тіла від положення рівноваги, називається амплітудою коливання.

➤ **Амплітуда коливань** — це максимальна відстань, на яку відхиляється тіло, що коливається, від свого положення рівноваги.

Амплітуду коливань позначають символом A й вимірюють у метрах (м).

➤ **Час, за який тіло робить одне повне коливання, називається періодом коливання.**

➤ **Частота коливань** — це число коливань в одиницю часу.

За одиницю частоти приймають частоту коливань, за якої за 1 с здійснюється одне повне коливання. Ця одиниця називається герцом (Гц).

3. Математичний маятник

Розглянемо коливання вантажу, підвішеного на нитці. Якщо взяти нитку довжиною, набагато більшою від розміру вантажу, і масою нитки, набагато меншою від маси вантажу, то ми одержимо модель «математичного маятника».

➤ **Математичним маятником** називається ідеалізована коливальна система без тертя, що складається з невагомої й нерозтяжної нитки, на якій підвішена матеріальна точка.

Відводячи маятник на більшу або меншу відстань, ми можемо змінювати амплітуду його коливань.

Вимірюючи період коливань при різних амплітудах, ми дійдемо висновку, що якщо амплітуда коливань набагато менше довжини нитки, то період коливань практично не залежить від їхньої амплітуди.

Вимірюючи період коливань маятника при різних масах вантажу, ми виявимо, що період коливань математичного маятника не залежить від маси вантажу.

Вимірюючи період коливань маятника при різних довжинах нитки, ми виявимо, що зі збільшенням довжини нитки період коливань збільшується.

При збільшенні довжини нитки в 4 рази період коливань збільшується у 2 рази, а при збільшенні довжини нитки в 9 разів період коливань збільшується в 3 рази.

Це дозволяє припустити, що період коливань математичного маятника пропорційний кореню квадратному з довжини нитки: $T \sim \sqrt{l}$.

4. Пружинний маятник

Друга коливальна система, яка називається пружинним маятником, являє собою підвішений на легкій пружині вантаж, що здійснює коливання уздовж прямої.

Вимірюючи період коливань пружинного маятника при різних амплітудах, ми помітимо, що, так само, як і для математичного маятника, *період коливань практично не залежить від їхньої амплітуди*. Це головна *загальна* властивість пружинного й математичного маятників.

Вимірюючи період коливань маятника при різних масах вантажу, виявляємо, що чим більша маса вантажу, тим більше період коливань. При збільшенні маси в 4 рази період коливань збільшується в 2 рази, а при збільшенні маси в 9 разів період коливань збільшується в 3 рази. Це дозволяє припустити, що період коливань пружинного маятника пропорційний кореню квадратному з масивантажу.

Крім того, період коливань пружинного маятника залежить також від властивостей пружини: чим вона «м'якше», тобто чим більше видовження пружини під вагою того самого вантажу, тим більше період коливань.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть приклади коливальних рухів.
- ? Як ви розумієте твердження про те, що коливальний рух періодичний?
- ? Наведіть приклади фізичного, нитяного й пружинного маятників.
- ? Де використовують математичний маятник? Наведіть два–три приклади.
- ? Де використовують пружинний маятник? Наведіть два–три приклади.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ**1. Поміркуй і відповідай**

1. Як зміняться період і частота коливань математичного маятника, якщо амплітуду коливань зменшити удвічі?
2. Як зміняться період і частота коливань математичного маятника, якщо довжину нитки збільшити удвічі?
3. Як зміняться період і частота коливань пружинного маятника, якщо масу тіла, прикріпленого до пружини, зменшити?
4. Скільки разів протягом одного періоду маятник проходить положення рівноваги?

2. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Поршні двигуна автомобіля здійснюють коливання з періодом 50 мс. З якою частотою коливаються поршні?
2. Ударний вузол перфоратора здійснює коливання із частотою 2,5 Гц. З яким періодом коливається ударний механізм?
3. Після того, як гойдалку відхилили, вона перший раз пройшла положення рівноваги через 1 с. Яка частота коливань гойдалки?
4. Період коливань маятника дорівнює 3 с. Через які проміжки часу він проходить положення рівноваги?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 5.
2. С6-1:
рів1 — № 5.1, 5.3, 5.7, 5.8, 5.10.

рів2 — № 5.14, 5.15, 5.17, 5.19, 5.21.

рів3 — № 5.23; 5.24, 5.26, 5.29, 5.30

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 6.
2. С6-2:

рів1 — № 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5.

рів2 — № 6.11, 6.12, 6.13, 6.15.

рів3 — № 6.17, 6.19, 6.20

Урок 10/10

Тема. Лабораторна робота № 3 «Дослідження коливань маятників»

Мета уроку: досліджувати, від яких величин залежить період коливань математичного й пружинного маятників.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: штатив з муфтою й кільцем, кулька на нитки, секундомір, вимірвальна стрічка, лінійка з міліметровими розподілами, 4 вантажі масою по 100 г, пружина.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Установіть штатив на краю стола й закріпіть біля верхнього кінця штатива за допомогою муфти кільце. Підвісьте до нього на нитці довжиною 1 м один вантаж так, щоб він не торкався підлоги.
- Відхиліть вантаж від положення рівноваги на 5–10 см і відпустіть його.
- Виміряйте час t , протягом якого маятник робить 20 повних коливань. Обчисліть період коливань маятника.
- Повторіть дослід, підвісивши до нитки два й три вантажі.
- Результати вимірів та обчислень запишіть до таблиці.

№ досліду	m , г	N	t , с	T , с
1	100	20		
2	200	20		
3	300	20		

- На підставі виконаних дослідів зробіть висновок про характер залежності періоду коливань нитяного маятника від маси вантажу.
- Вивчіть залежність періоду коливань нитяного маятника від довжини нитки. Підвісьте кульку на нитці довжиною 10 см, відхиліть на кілька сантиметрів від положення рівноваги й відпустіть.
- Виміряйте час t , протягом якого маятник робить 10 повних коливань. Обчисліть період коливань маятника.
- Повторіть два рази дослід, збільшуючи довжину нитки в 4 рази й у 9 разів (тобто при довжині нитки 40 см і 90 см). Результати вимірів й обчислень запишіть у таблицю.

№ досліду	l , см	N	t , с	T , с
1	10	10		
2	40	10		
3	90	10		

- На підставі проведених дослідів зробіть якісний висновок про характер залежності періоду коливань нитяного маятника від довжини нитки.
- Вивчіть залежність періоду коливань пружинного маятника від маси вантажу. Підвісьте на пружині один тягарець й, відхиливши його від положення рівноваги на кілька сантиметрів, виміряйте час, протягом якого маятник зробить 20 повних коливань. Обчисліть за цими даними період коливань маятника.
- Повторіть дослід, збільшивши масу вантажу в 2 рази й у 4 рази.
- Результати вимірів та обчислень запишіть у таблицю.

№ досліду	m , г	N	t , с	T , с
1	100	20		
2	200	20		
3	300	20		

- На підставі виконаних дослідів зробіть якісний висновок про характер залежності періоду коливань пружинного маятника від маси вантажу.
- Проаналізувавши отримані результати, зробіть висновки, що загального в коливаннях математичного й пружинного маятників й у чому розходження.

Домашнє завдання-1

- У-1: § 5.
- Сб-1:
 - рів1 — № 5.5, 5.6, 5.9, 5.11, 5.12.
 - рів2 — № 5.16, 5.18, 5.20, 5.22.
 - рів3 — № 5.25; 5.27, 5.28, 5.31.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 6.
- Сб-2:
 - рів1 — № 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10.
 - рів2 — № 6.14, 6.16, 6.18.

Урок 11/11

Тема. Звук

Мета уроку: ознайомити учнів зі звуковими явищами; дати учням поняття про звукові хвилі.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Що таке математичний маятник? Від яких величин залежить період його коливань? 2. Що таке пружинний маятник? Від яких величин залежить період його коливань? 3. Що таке амплітуда, період і частота коливань?
Демонстрації	6 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тіло, що коливається, як джерело звуку. 2. Звучання камертона. 3. Звучання дзвінка під дзвоном повітряного насоса. 4. Поздовжні й поперечні хвилі. 5. Робота мікрофона
Вивчення нового матеріалу	29 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Джерела звуку. 2. Поширення звуку. 3. Хвилі. 4. Швидкість звуку. 5. Приймачі звуку
Закріплення вивченого матеріалу	5 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Джерела звуку

Ми всі живемо у світі звуків. Цей світ необхідний нам для нормального розвитку й існування. Звуки, які ми чуємо, повідомляють про те, що відбувається навколо нас, навіть якщо ми не бачимо джерела звуку. Наприклад, ми чуємо телефонний дзвінок, гуркіт автомобілів або шум дощу.

Нас оточує багато предметів, здатних видавати звуки, наприклад, музичні інструменти: скрипка, гітара, віолончель, флейта, сопілка...

Виконаємо дослід, що підтверджує, що джерелами звуку дійсно є тіла, що коливаються. Скористаємося фізичним приладом, що називають камертоном. Повільно присунемо камертон, що звучить, до тенісної кульки, що висить на нитці. Як тільки вони зіткнуться, кулька відразу ж, начебто від сильного поштовху, відскачить убік. Так відбувається саме через часті коливання ніжок камертона.



Якщо піднести до струни, що звучить, кульку для гри в настільний теніс, то кулька, торкнувшись струни, відскакує убік. Дослід свідчить про те, що струна, яка звучить, коливається, тобто звук виникає під час коливання струни.

Таким чином, поставлені нами досліди дозволяють зробити висновок, що

➤ *джерелами звуків є тіла, що коливаються.*

2. Поширення звуку

Під скляний ковпак помістимо на поролоновій подушці годинники-будильник. Будемо викачувати повітря з-під ковпака. Ми помітимо, що звук, який видає будильник, стає дедалі тихішим, і, нарешті, ми взагалі перестаємо чути звук.



➤ *Цей дослід доводить, що для поширення звуку необхідне середовище.*

Середовище може бути різним: повітря, вода, скло, земля. Головне, щоб середовище, у якому поширюється звук, проявляло пружність під час зміни форми або об'єму.

3. Хвилі

Чи спостерігали ви коли-небудь, як у ясний день колишеться поле зі спілим колоссям пшениці? Це дивовижне видовище! Далеко перед вами, куди сягає око, розстеляється жовта гладь, ніби зроблена з важкої оксамитової тканини. Але варто подути легкому вітерцю, як вигляд поля змінюється: воно скидає із себе важкий оксамит й одягається в найтонший серпанок, що тріпоче на вітру. У цей момент нам здається, що по золотавій гладі раз у раз пробігають тіні — одна за одною. Але звідки їм узятися в ясний день? Розгадка проста: це подув вітру пригинає колосся, змушує їх схилитися до землі.

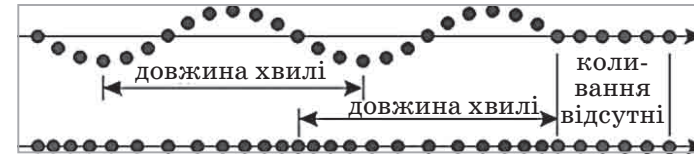


Як же виходить, що «тіні» біжать по полю, тобто рухаються, адже кожен колосок росте на тому самому місці? Виявляється, по полю рухаються не саме колосся, а місця або області, де колосся відхилені від вертикалі однаково або майже однаково.

➤ *Хвилею називається процес поширення у просторі і з часом коливань.*

Механічні хвилі бувають поперечними й поздовжніми.

На першому рисунку ви бачите поперечну хвилю, а на другому — поздовжню. Обидві вони «біжать» вправо. Однак частинки середовища на першому рисунку коливаються вниз-вгору, а на другому — вліво-вправо. Інакше кажучи, коливання частинок поперечної хвилі відбуваються перпендикулярно (поперек) до напрямку поширення хвилі, а коливання часток поздовжньої хвилі — уздовж цього напрямку.



Поздовжні хвилі — це періодичні згущення й розрідження середовища. Тому такі хвилі можуть існувати в будь-яких тілах — твердих, рідких, газоподібних. Поперечні хвилі можуть існувати лише у твердих тілах. Це пояснюється тим, що для поширення такої хвилі необхідно «тверде» розташування частинок середовища, щоб між ними могли виникати сили, які б повертали частинки у вихідне положення.

4. Швидкість звуку

У різних середовищах звукові хвилі рухаються з різною швидкістю, що і називають швидкістю звуку в даному середовищі.

Наприклад, швидкість звуку в повітрі 340 м/с, а у воді — 1500 м/с, у склі — 4500 м/с. Це пов'язане з тим, що агрегатний стан, густина, температура, молекулярна будова різних речовин є різною. З ростом температури швидкість звуку зростає.

5. Приймачі звуку

Найважливішим для нас приймачем звуку є, звичайно, вухо. На рисунку схематично зображена будова вуха.



Звукова хвиля, потрапляючи на барабанну перетинку, спричиняє її коливання. Ці коливання через мініатюрні кісточки, що називаються молоточком і ковадлом, передаються в наповнений рідиною завиток, названий равликком. У рідині виникають хвилі, які впливають на чутливі клітинки, де народжуються нервові імпульси.

си, що йдуть у мозок. Саме ці імпульси й сприймаються мозком як звук.

Вухо є надзвичайно чутливим інструментом: воно здатне сприймати звуки, що відрізняються за інтенсивністю в 10^{14} разів. Саме в стільки разів відрізняється інтенсивність тихого шепоту від інтенсивності звуку відбійного молотка або рок-концерту.

Наше вухо сприймає у вигляді звуку коливання, частота яких лежить у межах від 16 до 20 000 Гц. Зазначені границі звукового діапазону умовні, тому що залежать від віку людей й індивідуальних особливостей їх слухового апарата. Зазвичай верхня частотна границя звуків, що сприймаються, з віком значно знижується — деякі люди похилого віку можуть чути звуки із частотами, що не перевищують 6000 Гц.

Вухо є природним приймачем звуку, однак створені й штучні приймачі звуку. Найбільш широко використовуються різні мікрофони. Вони перетворюють звукові коливання на коливання електричного струму, завдяки чому з'явилася можливість записувати звук і передавати його на великі відстані.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Що таке звук? Яка фізична природа звуку?
- ? Наведіть приклади джерел звуку.
- ? Чи можуть звуки поширюватися у вакуумі?
- ? Якою загальною властивістю володіють всі джерела звуку?
- ? Наведіть приклади джерел звуку.
- ? Наведіть приклади приймачів звуку.
- ? Поздовжні чи поперечні коливання спостерігаються у звукових хвилях у повітрі? У воді? У твердому тілі?
- ? Як звук передається від джерела до приймача?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Спостерігаючи здалеку за рухами людини, що працює молотком або сокирою, можна помітити, що звук удару чується не під час удару, а коли людина піднімає руку з молотком. Як це пояснити?

Розв'язок. Через те, що звук рухається зі швидкістю, приблизно в 1 000 000 разів меншою за швидкість світла, удари ми «бачимо» практично миттєво, а звук удару запізнюється.

2. Під час грози шум грому був почутий через 8 с після спалаху блискавки. На якій відстані йде гроза? Швидкість звуку в повітрі вважайте 340 м/с.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи можна на Землі почути гуркіт від падіння метеорита на Місяці?
2. Чому космонавти, що перебувають у відкритому космосі, не чують одне одного, хоча в їхніх скафандрах є повітря?
3. Чому ми чуємо звук від комара, що летить, а від птаха, що летить, не чуємо?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 6 (п. 6.1, 6.2).
2. Сб-1:
 - рів1 — № 6.3, 6.6, 6.7, 6.11, 6.12.
 - рів2 — № 6.16, 6.17, 6.22, 6.25, 6.26.
 - рів3 — № 6.29; 6.30, 6.31, 6.40, 6.41

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 7 (п. 1–4), 8 (п. 1).
2. Сб-2:
 - рів1 — № 7.1, 7.2, 7.3, 7.4.
 - рів2 — № 7.12, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21.
 - рів3 — № 7.22, 7.23, 7.24, 7.26, 7.27

Урок 12/12

Тема. Гучність звуку. Висота й тембр звуку

Мета уроку: вивчити фізичні характеристики звуку: гучність, висота й тембр.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механічні коливання яких частот називаються звуковими й чому? 2. Чи може звук поширюватися у вакуумі? Чому? 3. Наведіть приклади різних звуків. Що є джерелом звуку в кожному з наведених випадків? 4. Як звук передається від джерела до приймача? Поясніть
Демонстрації	6 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запис коливань камертона. 2. Залежність гучності звуку від амплітуди коливань. 3. Залежність висоти звуку від частоти коливань. 4. Відбиття звуку. 5. Робота мікрофона
Вивчення нового матеріалу	30 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гучність звуку. 2. Висота звуку. 3. Тембр звуку. 4. Відбиття звуку. 5. Нечутні звуки
Закріплення вивченого матеріалу	4 хв	<ol style="list-style-type: none"> 1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай. 3. Лабораторна робота № 4 «Вивчення характеристик звуку»

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Гучність звуку

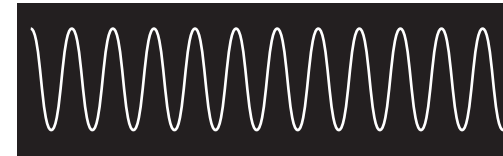
Звук, створюваний одним джерелом, відрізняється від звуку, створюваного іншим. Наприклад, кожна зі струн гітари видає звук, що відрізняється від звуку, який видається іншими струнами.

Дві, здавалося б, зовсім однакові скрипки можуть звучати по-різному. При цьому звук скрипки не можна сплутати зі звуком го-

боя, звук барабана — зі звуком тромбона. Ті самі звуки, створені різними людьми, відрізняються одне від одного.

Все це свідчить про необхідність увести характеристики, за допомогою яких можна було б оцінювати випромінювання й сприйняття звуку.

Ударимо молоточком по ніжці камертона із прикріпленням до неї вістря і проведемо ним по закопченому склу. Ми побачимо знайомий хвилеподібний слід, зображений на рисунку.



Ударивши по вітці камертона сильніше, ми почуємо більше голосний звук, а вістря на пластинці залишить слід, що відрізняється від першого більшим «розмахом», тобто більшою амплітудою коливань.

Отже,

➤ **гучність звуку визначається амплітудою коливань тіла, що звучить.**

Звичайно, чим більше амплітуда звукових коливань, тим звук здається більш голосним, але гучність для звуків різних частот буде різною. Людське вухо погано сприймає звуки низьких частот (близько 20 Гц) і високих (близько 20 кгц) частот і значно краще — звуки середніх частот (від 300 Гц до 3000 Гц). Це пояснюється будовою органів слуху людини.

2. Висота звуку

Якщо спеціальним гумовим молоточком ударити по «ніжках» камертона, то він буде видавати звук, що називається *музичним тоном*.

Ми добре знаємо, що звук буває високий і низький. Як відомо, бас співає низьким голосом, а тенор — високим. Від якої ж характеристики звукової хвилі залежить висота звуку? Досліди показують, що

➤ **висота звуку визначається частотою звукової хвилі: чим більше частота хвилі, тим звук вищий.**

Частота звукових коливань, створюваних музичними інструментами, може змінюватися від 20 до 4000 Гц.

Писк комара відповідає 500–600 змахам його крилець за секунду, дзижчання джмеля — 220 змахам. Коливання голосових зв'язок співаків можуть створювати звуки в діапазоні від 80 до 1400 Гц, хоча в експерименті фіксувалися рекордно низька (44 Гц) і висока (2350 Гц) частоти.

У телефоні для відтворення людського мовлення використовується область частот від 300 до 2000 Гц.

3. Тембр звуку

Звуки однакової висоти й гучності, створювані різними музичними інструментами, звучать по-різному, навіть та сама нота, узяті різними співаками, звучить по-різному.

Особлива якість звуку — його забарвлення, характерне для кожного голосу або музичного інструменту, — називають *тембром*. Тембр пов'язаний зі специфічними властивостями джерела звуку.

Від чого ж залежить тембр звуку? Виявляється, що будь-яке джерело звуку (за незначних винятків, наприклад, камертона) здійснює складні несинусоїдальні коливання. Їх можна спостерігати за допомогою осцилографа. Якщо підключити мікрофон і проспівати яку-небудь мелодію, то на екрані осцилографа з'явиться не синусоїда, а складніша крива.

На рисунку показані графіки коливань повітря біля рота людини, що співає звуки «А» й «О». Зверніть увагу, що коливання повітря (і голосових зв'язок людини) є досить складними, оскільки складаються ніби з декількох коливань, що накладаються одне на одне.



Несинусоїдальне коливання може бути представлено у вигляді суми гармонічних коливань із різними частотами. Коливання з найменшою частотою називається *основним тоном*, а коливання з більш високою частотою називається *обертонном*, або *гармонікою*.

➤ *Тембр звуку визначає його забарвлення. Він визначається наявністю й інтенсивністю обертонів — частот, кратних основній.*

Саме завдяки тембру звуки різних музичних інструментів мають різне звучання. Чим більше обертонів, тим «насиченіше», гарніше звук. Чарівний срібlistий відтінок голосів гарних співаків обумовлений саме високими обертонами.

4. Відбиття звуку

Звук, поширюючись у якому-небудь середовищі, доходить до перешкоди й майже повністю відбивається. У цьому можна переконатися на багатьох дослідах.

У лісі, горах, іноді в приміщеннях нам доводилося чути луна. Луна — результат *відбиття* звуку: звукові хвилі відбиваються від різних перешкод, навіть від хмар. Іноді можна почути навіть багаторазову луна — результат декількох відбиттів.

Ці й інші досліди з механічними хвилями дозволяють сформулювати узагальнення: механічні хвилі будь-якого походження мають здатність відбиватися від границі розділу двох середовищ.

Відбиття звуку відбувається за таким самим законом, що й відбиття світла: *кут відбиття дорівнює куту падіння*.

5. Нечутні звуки

Звук, що сприймається або чується вухом людини, має частоти в діапазоні 20–20 000 Гц. Звукові хвилі з нижчими частотами називають *інфразвуком*, а з вищими — *ультразвуком*.

Інфразвук викликають, наприклад, землетруси й вібрація важких механізмів, автомобілів, тракторів і побутових приладів. Наприклад, сільськогосподарські трактори й вантажівки мають максимальні вібрації в діапазоні 1,5–3,5 Гц, гусеничні трактори — близько 5 Гц. Музичний орган так само може випромінювати інфразвук. Усілякі вибухи й обвали також можуть випромінювати звуки інфрачервоних частот.

Механізм сприйняття інфразвуку і його фізіологічної дії на людину поки повністю не встановлений. Такі звуки не чутні, проте вони чинять негативну дію на організм людини: з'являється підвищена нервозність, почуття страху, приступи нудоти. Іноді з носа й вух іде кров.

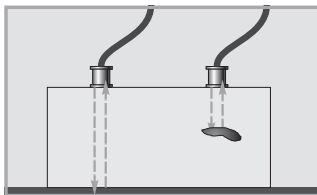
Чутливі приймачі ультразвуку показали, що він входить до складу шуму вітру й водоспадів, до складу звуків, випромінюваних деякими тваринами.

Ультразвукові хвилі можна одержати за допомогою спеціальних високочастотних випромінювачів. Вузкий паралельний пучок ультразвукових хвиль у процесі поширення дуже мало розширюється. Завдяки цьому ультразвукову хвилю можна випромінювати в заданому напрямку.

Ультразвук сьогодні широко застосовують у різних галузях. Наприклад, з його допомогою вимірюють глибину моря. З судна посилають ультразвуковий сигнал і визначають проміжок часу, що пройшов до моменту приходу сигналу, відбитого від дна. Знаючи швидкість звуку у воді, можна визначити відстань до дна. Прилад для вимірювання глибини дна називають *ехолотом*.



За допомогою ультразвуку «просвічують» металеві вироби для виявлення в них прихованих дефектів — сторонніх включень, тріщин або порожнин.



Ультразвук широко використовують й у медицині — як для обстеження хворого, так і для його лікування. Лікування ультразвуком засноване на тому, що він зумовлює внутрішній розігрів тканин організму.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чому після того, як ми вдаримо по камертону, чутний звук?
- ? З якою фізичною величиною пов'язана гучність звуку?
- ? Яка фізична величина визначає висоту звуку?
- ? Чим визначається відмінність тембру звуків?
- ? Які явища свідчать про відбиття звуків?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Лабораторна робота № 4 «Вивчення характеристик звуку»

Можна запропонувати учням виконати вдома лабораторну роботу № 4.

З цією метою необхідно роз'яснити учням хід виконання роботи:

1. Туго натягніть нитку: один її кінець прив'яжіть (до батареї опалення, дверної ручки, ніжки стола), а інший тримайте в руці. Смикніть нитку — ви почуєте звук, начебто від натягнутої струни. Джерелом цього звуку є коливна нитка.
2. Переконайтеся в тому, що зі збільшенням амплітуди коливань нитки звук голоснішає.
3. Зменште довжину нитки. Ви помітите, що звук став вище. У випадку зменшення довжини нитки (за тієї самої сили натягу) збільшується частота коливань нитки.
4. Зробіть висновки про те, як залежать гучність і висота звуку від амплітуди й частоти коливань.
5. Якщо у вас є гітара або скрипка, проведіть аналогічні дослідження, використовуючи струни інструменту.
6. Швидко проведіть яким-небудь твердим предметом по зубцях гребінця (бажано ближче до їхніх основ). Ви почуєте звук, що виникає внаслідок послідовних ударів об зубці. Чим швидше ви проводите по зубцях, тим більш висока частота цього звуку. Поясніть, із чим це пов'язано.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому звуки з однаковою амплітудою, але з різними частотами людина сприймає як звуки різної гучності?
2. Якщо блискавка вдарила неподалік від вас, чутний різкий однократний удар грому, а якщо блискавка була далеко, чутно тривалий гуркіт грому. Чому?
3. На чому заснована дія рупора?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 6 (п. 6.3).
2. С6-1:
 - рів1 — № 6.4, 6.5, 6.8, 6.13, 6.14.
 - рів2 — № 6.19, 6.20, 6.23, 6.27, 6.28.
 - рів3 — № 6.32; 6.33, 6.34, 6.39, 6.42.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 7 (п. 5), § 8 (п. 2-6).
2. С6-2:
 - рів1 — № 7.5, 7.6, 7.7, 7.8, 7.9.
 - рів2 — № 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17.
 - рів3 — № 7.30, 7.32, 7.33, 7.34, 7.36.
3. Виконати лабораторну роботу № 4.
4. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 5 «Механічні коливання. Звук».

**Завдання для самостійної роботи № 5
«Механічні коливання. Звук»****Початковий рівень**

1. Підвішений на нитці вантаж здійснює малі коливання. Уважаючи коливання незатухаючими, виберіть правильне твердження.
 - А Період коливань залежить від маси вантажу.
 - Б Чим довша нитка, тим менше період коливань.
 - В Вантаж здійснює періодичні коливання.
2. Виберіть правильне твердження. Які з названих властивостей характеризують поперечні хвилі?
 - А Поперечні хвилі являють собою стиски, що чергуються, і розрідження.
 - Б Частинки середовища зміщуються перпендикулярно до напрямку поширення хвилі.
 - В Ці хвилі можуть поширюватися тільки в газах.

Середній рівень

1. Вантаж, що коливається на пружині, за 8 с зробив 32 коливання. Знайдіть період і частоту коливань.

2. Відстань до перешкоди, що відбиває звук, дорівнює 68 м. Через який час людина почує луну? Швидкість звуку вважайте рівною 340 м/с.

Достатній рівень

1. а) Як зміниться період коливань математичного маятника, якщо перенести його взимку в неопалюване приміщення?
б) Писк комара — звук більш високого тону, ніж гудіння джмеля. Яка із цих комах частіше змахує крильцями?
2. а) Від яких величин залежить період коливань тіла на пружині? Як зміниться період коливань, якщо збільшити масу тіла? Замінити пружину?
б) При польоті багато комах видають звук. Під час польоту птахів звуку не чути. Чому?

Високий рівень

1. а) Як зміниться період коливань пружинного маятника, якщо амплітуду коливань збільшити у два рази?
б) Поясніть походження звуків, що видаються живими істотами, зображеними на малюнку (квакання, дзижчання, скрекотіння).



2. а) Який фізичний зміст закладений у корейському прислів'ї: «Коли б'ють по стіні, і стеля тремтить»? Поясніть свою відповідь.
б) Чому шум, створюваний поїздом, що рухається, стає особливо оглушливим, коли поїзд в'їжджає в тунель?

Урок 13/13

Тема. Узагальнюючий урок за темою «Механічний рух»

Мета уроку: узагальнити вивчений з теми «Механічний рух» навчальний матеріал.

Тип уроку: урок закріплення знань.

План уроку

Контроль знань	15 хв	Самостійна робота № 5 «Механічні коливання. Звук»
Закріплення вивченого матеріалу	30 хв	1. Розв'язання тестових задач. 2. Розв'язання якісних задач

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЕТАПУ УРОКУ ПО ЗАКРІПЛЕННЮ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

На цьому етапі вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал за темою «Механічний рух».

Формуванню розуміння цієї теми найбільшою мірою сприяє розв'язання якісних і розрахункових завдань.

Для цього необхідно ретельно підібрати завдання й виробити продуману методику роботи з ними. Особливу увагу слід приділити усвідомленню учнем всіх етапів роботи із задачами — тільки це може викликати в нього інтерес до розв'язання задач і, як наслідок, досягти успіхів, перетворивши «негативний імідж» задач на «позитивний».

Бажано складати задачі так, щоб правильність отриманих числових значень учень міг оцінити за допомогою здорового глузду й життєвого досвіду, а не тільки порівнюючи їх з «правильними» наприкінці підручника або задачника.

На даному уроці, узагальнюючи вивчений матеріал, можна запропонувати учням задачі у вигляді тестів. Розглянемо кілька прикладів таких завдань.

1. Розв'язання тестових завдань

Можна запропонувати вчителю таку методику роботи із класом. Учням дається ситуаційне питання, при цьому відповідати може не один учень, а весь клас: якщо учні вважають твердження правильним, то піднімають догори палець, якщо ж вони вважають

дане твердження неправильним, то піднімають догори кулачок. У такий спосіб працює не один учень, а весь клас. Крім того, якщо частина учнів на те саме твердження піднімали пальчик, а частина учнів — кулачок, то виникає дискусія: хто ж з них має рацію? Заслухавши пояснення однієї й іншої групи учнів, знаходимо спільно правильну відповідь.

1. Шлях, що пройшло тіло, — це...

- А ...лінія, уздовж якого рухається тіло;
- Б ...довжина ділянки траєкторії;
- В ...відношення часу руху тіла і його швидкостей;
- Г ...відношення швидкості руху тіла й часу руху.

2. Велосипедист їде по прямому шосе зі швидкістю 10 м/с. Швидкість вітру 2 м/с. Виберіть правильне твердження.

- А Якщо вітер попутний, то швидкість вітру відносно велосипедиста дорівнює 12 м/с.
- Б Якщо вітер зустрічний, то швидкість вітру відносно велосипедиста дорівнює 8 м/с.
- В Точка на ободі колеса велосипеда здійснює криволінійний рух.
- Г 1 км велосипедист проїде за 10 хв.

3. Довжина хвилинної стрілки баштових годинників дорівнює 3 м. Виберіть, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Період обертання хвилинної стрілки 12 год.
- Б За 1 год кінець стрілки пройде шлях, менший 20 м.
- В Кінець стрілки рухається зі швидкістю, меншою за 0,6 см/с.
- Г За добу кінець хвилинної стрілки пройде шлях, більший за 450 м.

4. Період коливань математичного маятника...

- А ...залежить від довжини нитки;
- Б ...залежить від маси вантажу;
- В ...залежить від амплітуди коливань;
- Г ...не залежить від земного притягання.

5. Гойдалка рухалася із крайнього лівого положення в крайнє праве протягом 2 с. Виберіть, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А** Період коливань 4 с.
Б Частота коливань 2 Гц.
В Якщо відпустити гойдалку, то її коливання будуть незатухаючими.
Г Якщо довжину мотузки, на якій висить гойдалка, зменшити вдвічі, то період коливань також зменшиться вдвічі.

Відповіді:

1	2	3	4	5
Б	В	БВГ	А	А

2. Розв'язання якісних завдань

- Наведіть приклади, коли траєкторія може бути відома ще до початку руху.
- Які основні властивості математичного й пружинного маятників? Де їх використовують? Що спільного у пружинного й математичного маятників?
- Чому звучання симфонічного оркестру зовсім різне в концертному залі й на відкритому повітрі?
- Галілео Галілей використав свій пульс для вимірювання часу. (Триста років тому секундомірів не було). Чи зможете ви визначити, чи рівномірно рухається поїзд на даній ділянці, чи ні, використовуючи свій пульс? Як це зробити?
- Як використовують ультразвукові хвилі тварини, показані на рисунку? Розкажіть про це докладніше.



МЕХАНІЧНІ ЯВИЩА

2. Взаємодія тіл

- Взаємодія тел. Закон інерції
- Взаємодії та сили.
- Сили пружності
- Сила ваги. Вага й невагомість
- Сили тертя
- Момент сили. Важіль і блок
- Тиск твердих тіл і рідин
- Тиск газів.
- Закон Паскаля для рідин і газів
- Атмосферний тиск
- Виштовхувальна сила. Закон Архімеда
- Плавання тіл

Тематичне планування

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
1	Взаємодія тел. Закон інерції	
2	Взаємодії та сили	
3	Сили пружності	
4	Лабораторна робота № 5	
5	Сила ваги. Вага тіла. Невагомість	
6	Лабораторна робота № 6	
7	Сили тертя	
8	Лабораторна робота № 7	
9	Момент сили. Умова рівноваги важеля	
10	Лабораторна робота № 8	
11	Блоки. Похила площина	

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
12	Тиск твердих тіл	
13	Тиск газів і рідин	
14	Закон Паскаля. Сполучені посудини	
15	Атмосферний тиск	
16	Манометри. Гідравлічні машини. Насоси	
17	Виштовхувальна сила. Закон Архімеда	
18	Лабораторна робота № 9	
19	Умови плавання тіл	
20	Узагальнюючий урок	
21	Тематичне оцінювання	

Урок 1/14

Тема. Взаємодія тел. Закон інерції

Мета уроку: ознайомити учнів з тим, що зміна швидкості тіла або його деформація можуть служити мірою дії на це тіло інших тіл.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	8 хв	1. Взаємодія різних тіл. 2. Взаємодія двох візків. 3. Явище інерції. 4. Відеофрагмент «Маса тіла»
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. У чому проявляється взаємодія тіл? 2. Закон інерції. 3. Маса тіла
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. У чому проявляється взаємодія тіл?

Із взаємодією тіл ми зіштовхуємося на кожному кроці. Наприклад, хокейна шайба, що лежала на льоду, після удару клюшкою змінює свою швидкість. Спортсмен розтягує тятиву спортивного лука. У цьому випадку взаємодія руки й тятиви призводить до зміни форми тятиви, тобто її розмірів. Вантаж, підвішений до пружини, розтягує її, тобто тут також взаємодія тіл викликає деформацію.

Отже,

➤ у результаті дії на тіло його швидкість може змінюватися, а в результаті взаємодії тіла можуть деформуватися.

Тривалий час уважали, що якщо на тіло не діють інші тіла, воно може перебувати тільки в спокої.

Давньогрецький учений Арістотель стверджував: щоб тіло рухалося, його необхідно увесь час «рухати», причому чим більше швидкість тіла, тим більше зусиль треба для цього докладати. Цей вплив одного тіла на інше він називав силою. За Арістотелем, сила — причина руху.

У другій половині XVII століття англійський учений Ісаак Ньютон здогадався, що причиною зміни швидкості тіл при падінні є *притягання їх Землею*. Воно діє на відстані: Земля притягує тіла, які не тільки перебувають поблизу її поверхні, притягання Землі поширюється набагато далі! Саме воно, подібно до туго натягнутого каната, утримує Місяць на його круговій орбіті навколо Землі. Якби це притягання зникло, Місяць полетів би у космічний простір, немов камінь, що зірвався з натягнутої мотузки, на якій його розкручували.

Отже,

➤ *зміна швидкості тіла або його деформація можуть служити мірою дії на це тіло інших тіл.*

2. Закон інерції

Тривалий час панувала думка, що якщо на тіло не діють інші тіла, воно може перебувати лише в спокої.

Галілей першим із учених перейшов від спостережень до дослідів. Він помітив: коли куля котиться по похилій площині вниз, її швидкість збільшується. А коли куля котиться нагору, її швидкість зменшується. Галілей припустив: якщо куля котитиметься по горизонтальній площині, її швидкість повинна залишатися постійною. Поставивши нові досліди, учений виявив, що під час руху по горизонтальній площині куля все-таки зупиняється.

Галілей зрозумів, що причина сповільнення руху — тертя між кулею й площиною. Він зробив висновок: якби площина була ідеально рівною й строго горизонтальною, куля котилася б по ній вічно. Це означало, що здатність до «збереження руху» властива самому тілу, а вплив інших тіл проявляється в тому, що швидкість даного тіла змінюється.

Так Галілей відкрив перший закон механіки, що називають законом інерції:

➤ *якщо на тіло не діють інші тіла, воно рухається з постійною за модулем і напрямком швидкістю або зберігає стан спокою.*

Здатність тіла зберігати свою швидкість незмінною, якщо на нього не діють інші тіла, називають *явищем інерції*.

3. Маса тіла

За тієї самої дії швидкості різних тіл змінюються по-різному. Наприклад, той самий поштовх надає порожньому візку, що стоїть

на столі, більшу швидкість, ніж навантаженому візку. Властивість тіла, що визначає, яку силу треба прикласти до тіла, щоб змінити його швидкість на певну величину за певний час, називають *інертністю*.

Про тіло, яке при взаємодії менше змінює свою швидкість, говорять, що воно більше інертне, ніж друге із двох взаємодіючих тіл. Менш інертне те тіло, яке за час взаємодії більше змінює свою швидкість.

Але будь-якому тілу для зміни швидкості потрібний певний час. Ні в якого тіла за жодної взаємодії швидкість не може змінитися миттєво.

➤ *Інертність — властивість, що полягає в тому, що для зміни швидкості тіла на задану величину необхідно, щоб дія на нього іншого тіла тривала певний час.*

Властивість тіла — інертність — характеризується фізичною величиною: масою.

➤ *Мірою інертності тіла є маса тіла.*

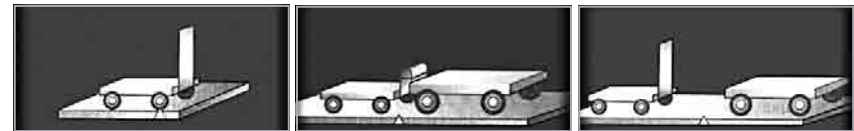
Масу позначають звичайно буквою *m*.

Одиницею маси в СІ є 1 кілограм (кг). Це маса еталона (зразка), яким служить зроблений зі спеціального сплаву циліндр, що зберігається в Міжнародному бюро мір і ваг у Франції. Приблизно можна вважати, що 1 кг дорівнює масі 1 л прісної води.

Використовують і похідні одиниці маси: 1 грам (г), що дорівнює 0,001 кг, а також 1 тону (т), що дорівнює 1000 кг.

Маси двох тіл можна порівняти, якщо виміряти, як змінюються їхні швидкості при взаємодії.

Візьмімо два візки масами m_1 й m_2 .



На одному з них закріпимо пружину, зігнемо й зафіксуємо ниткою. Якщо нитку перепалити, то під дією пружини бруски набувають швидкості v_1 й v_2 . За відношенням швидкостей візків можна порівняти й відношення їхніх мас:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

Таким чином, відношення мас тіл обернено пропорційно відношенню їхніх швидкостей. А якщо маси тіл можна порівнювати, то їх можна й вимірювати.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть приклади взаємодії тел.
- ? Як рухається тіло, що не взаємодіє з іншими тілами?
- ? Чи можна миттєво змінити швидкість тіла?
- ? У чому проявляється властивість тіл, яка називається інертність?
- ? Чому та сама сила надає різним тілам різні швидкості?
- ? За яких умов тіло рухається за інерцією? Наведіть приклади.
- ? Як пов'язані між собою маси взаємодіючих тіл і швидкості, набуті цими тілами?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. З гармати масою 3 т вистрілили в горизонтальному напрямку ядром масою 20 кг. При цьому ядро набуло швидкості 300 м/с. Якої швидкості набула гармата при віддачі?

Розв'язок. У результаті пострілу швидкість ядра змінилася від нуля до v_a , а швидкість гармати — від нуля до v_r . Зміна швидкостей

взаємодіючих тіл обернено пропорційна їхнім масам: $\frac{v_r - 0}{v_a - 0} = \frac{m_a}{m_r}$.

Звідси $v_r = v_a \frac{m_a}{m_r}$. Перевіривши одиниці величин і зробивши обчислення, одержуємо: $v_r = 2$ м/с.

2. Куля масою 10 г, що летить горизонтально, потрапила в дерев'яний брусок масою 500 г, що лежав на гладкій горизонтальній поверхні, і застрягла в ньому. Якою була швидкість кулі, якщо брусок після пострілу набув швидкості 10 м/с? (Відповідь: 510 м/с)

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому під час ожеледі водієві автомобіля слід бути особливо уважним, якщо перед ним їде інша машина, на задньому склі якої розміщена велика буква «Ш»?

2. Чому ми можемо стряхнути бруд і сніг із взуття?
3. Чи можна наведені нижче приклади охарактеризувати як рух за інерцією: а) Місяць рухається навколо Землі; б) поїзд іде з постійною швидкістю по прямолінійній ділянці дороги; в) снаряд після пострілу влучає у ціль; г) дерев'яний човник гойдається на хвилях?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 7.
2. Сб-1:
 - рів1 — № 8.5, 8.6, 8.8, 8.13, 8.14.
 - рів2 — № 8.25, 8.26, 8.27, 8.32, 8.33.
 - рів3 — № 8.36, 8.41, 8.42, 8.46, 8.47.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 9, 10 (п. 1-3).
2. Сб-2:
 - рів1 — № 8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 8.6.
 - рів2 — № 8.7, 8.9, 8.11, 8.12, 8.15.
 - рів3 — № 8.23, 8.24, 8.25, 8.26, 8.27.
3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 6 «Закон інерції. Маса».

Завдання для самостійної роботи № 6 «Закон інерції. Маса»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Явище збереження швидкості тіла за відсутності дії на нього інших тіл називають...
 - А ...механічним рухом;
 - Б ...інерцією;
 - В ...вільним падінням.
2. Виберіть правильну відповідь. При пострілі із гвинтівки швидкість кулі дорівнює 500 м/с, а швидкість гвинтівки при віддачі 1,25 м/с. У якого тіла маса більше й у скільки разів?
 - А У гвинтівки більше в 40 разів.
 - Б У кулі менше в 625 разів.
 - В У гвинтівки більше в 400 разів.

Середній рівень

1. Фігурист масою 60 кг, стоячи на ковзанах на льоду, кинув уперед шматок льоду зі швидкістю 3 м/с. Знайдіть масу цього шматка, якщо в момент кидка фігурист відкотився зі швидкістю 40 см/с.
2. При взаємодії двох візків їхні швидкості змінилися на 20 см/с й 60 см/с. Маса більшого візка 600 г. Чому дорівнює маса меншого візка?

Достатній рівень

1. а) Вершник швидко скаче на коні. Що буде з вершником, якщо кінь спіткнеться?
б) Чи змінилася маса повітря в балоні, якщо кран відкрили й частина повітря вийшла з балона?
2. а) Чому краплі дощу при різкому струшуванні злітають із одягу?
б) Тіло перемістили із Землі на Місяць. Чи змінилася при цьому маса тіла?

Високий рівень

1. а) Чи рухатиметься вітрильний човен, якщо на його вітрила направити потік повітря з потужного вентилятора, що знаходиться у човні? У якому стані перебуватиме човен, якщо цей вентилятор буде дути повз вітрило?
б) Чи можуть два нерухомих спочатку тіла в результаті взаємодії одне з одним набути однакових за числовим значенням швидкостей? Відповідь обґрунтуйте.
2. а) Лисиця, тікаючи від собаки, що її переслідує, часто рятується тим, що робить різкі раптові рухи убік саме в той момент, коли собака готовий схопити її зубами. Чому собака при цьому промахується?
б) За допомогою двох однакових буксирів зрушують з місця два судна. Сила натягу буксирного канату однакова. За якою ознакою можна встановити, маса якого із цих суден більша?

Урок 2/15**Тема.** Взаємодії та сили**Мета уроку:** увести поняття сили як характеристики взаємодії тіл.**Тип уроку:** комбінований урок.**План уроку**

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 6 «Закон інерції. Маса»
Демонстрації	5 хв	1. Взаємодії тіл. 2. Дія сил, прикладених в одному напрямку. 3. Дія сил, прикладених у протилежних напрямках
Вивчення нового матеріалу	23 хв	1. Взаємодії та сили. 2. Приклади дії сил. 3. Додавання сил
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**1. Взаємодії та сили**

Отже, ми з'ясували, що зміна швидкості тіла завжди зумовлюється дією на нього іншого тіла, того, з яким воно взаємодіє.

Гляньте на рисунки.



Коли хлопчик несе книги, він із силою підтримує їх. Гамак, що розтягся під вагою ведмедя, із силою тягне за стовбур дерева, згинаючи його. У цих прикладах «із силою» є спільне: дія одного тіла на інше. Руки діють на книги, а гамак — на стовбур. Тому можна сказати, що сила — це термін, який служить для короткого позначення дії одного тіла на інше.

Сила може бути більшою або меншою. Наприклад, сила дії ведмедя на гамак більше, ніж метелика. Отже, термін «сила» має

й друге значення: сила — це фізична величина, що кількісно характеризує дію одного тіла на інше.

Одне на одного діють не тільки дотичні тіла. Наприклад, Земля притягає літаючих птахів, не доторкаючись до них.

Тоді постає питання: як дізнатися, що на тіло діє сила? Для цього служать ознаки дії сили: зміна швидкості або напрямки руху тіла, зміна форми або розмірів тіла. Наприклад, припинивши змахувати крильми, птах буде летіти не тільки вперед, але й униз. Тобто тіло птаха змінить напрямок руху. У міру падіння птаха швидкість руху його тіла також не буде залишатися постійною: вона буде збільшуватися.

У фізиці часто не вказують, яке тіло і як діє на дане тіло, а говорять, що на тіло діє сила або до тіла прикладена сила. Під дією сили може змінюватися швидкість не тільки всього тіла в цілому, але й окремих його частин.

➤ **Сила** — векторна величина, що є мірою взаємодії тіл.

Під дією сили тіло змінює свою швидкість. Але чим більше маса тіла, тим повільніше змінюється його швидкість під дією певної сили. На підставі цього можна ввести одиницю сили.

За одиницю сили приймають 1 ньютон (1 Н).

➤ **1 Н** — це сила, що діє на тіло масою 1 кг, змінюючи його швидкість щосекунди на 1 м/с.

Кожна сила характеризується:

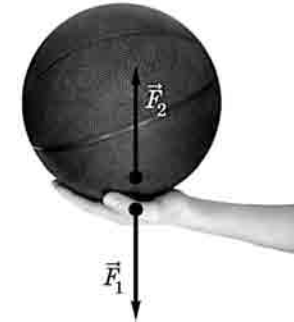
- 1) значенням;
- 2) напрямком у просторі;
- 3) точкою прикладання.

2. Приклади дії сил

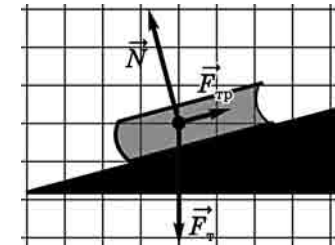
➤ У механіці вивчають взаємодії, обумовлені силами пружності, тяжіння й тертя.

На кресленнях сили, як й інші векторні величини, позначають стрілками. Початок стрілки збігається із точкою прикладання сили, напрямком стрілки вказує на напрямок сили, а довжина стрілки пропорційна модулю сили.

Наприклад, на рисунку зображена сила \vec{F}_1 , з якою м'яч тисне на долоню, і сила \vec{F}_2 , з якою долоня тисне на м'яч.



Якщо книга лежить на похилій площині, на книгу діють три сили: сила ваги \vec{F}_T , сила нормальної реакції \vec{N} й сила тертя $\vec{F}_{\text{тер}}$, спрямована уздовж похилої площини догори.



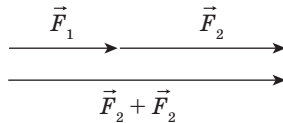
Зверніть увагу: сила пружності спрямована перпендикулярно до поверхні стола. Тому її називають звичайно силою нормальної реакції, тому що перпендикуляр називають також нормаллю.

3. Додавання сил

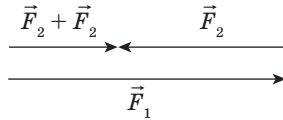
Досліди показують, що в тих випадках, коли розмірами тіла можна знехтувати, дію на тіло декількох сил можна замінити дією однієї сили, яку називають **рівнодійною** цих сил.

Знаходження рівнодійної декількох сил називають складанням цих сил. Оскільки сили є векторними величинами, їх складають за правилом складання векторів. Розглянемо спочатку складання двох сил, що діють уздовж однієї прямої.

Якщо дві сили спрямовані однаково, їх рівнодійна спрямована так само, а модуль рівнодійної дорівнює сумі модулів сил-доданків.



Якщо дві не рівні за модулем сили спрямовані протилежно, їх рівнодійна спрямована як більша із цих сил, а модуль рівнодійної дорівнює різниці модулів сил-доданків.



Якщо рівнодійна всіх сил, що діють на тіло, дорівнює нулю, говорять, що ці сили врівноважують (компенсують) одна одну. Урівноважувати одна одну можуть також сили, що діють на тіло, яке рухається. У такому випадку швидкість цього тіла залишається незмінною (за модулем і за напрямком).

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть приклади, які показують, що швидкість тіла змінюється внаслідок дії на нього іншого тіла.
- ? Що відбувається з тілом, якщо на нього не діють інші тіла?
- ? Що є мірою взаємодії тіл?
- ? Чому сила характеризується не тільки значенням, але й напрямком?
- ? Які тіла взаємодіють при падінні каменя, під час руху супутника, автомобіля, вітрильного човна?
- ? Як буде рухатися тіло під дією двох рівних протилежно спрямованих сил?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Двоє хлопчиків везуть сани. Один штовхає сани позаду із силою 20 Н, а другий тягне їх за мотузку із силою 30 Н. Зобразіть діючі сили графічно, вважаючи, що вони спрямовані горизонтально.

2. На тіло діють три сили \vec{F}_1 , \vec{F}_2 та \vec{F}_3 , спрямовані уздовж однієї прямої, причому $F_1 = 3$ Н, $F_2 = 5$ Н. Чому дорівнює сила F_3 , якщо рівнодійна всіх трьох сил дорівнює 10 Н? Скільки розв'язків має ця задача? Зробіть у зошиті схематичні рисунки, що відповідають кожному з розв'язків. (Завдання має 4 розв'язки: 2 Н, 8 Н, 12 Н, 18 Н)
3. Чи може рівнодійна двох сил 4 Н і 5 Н, що діють на тіло уздовж однієї прямої, дорівнювати 2 Н? 3 Н? 8 Н? 10 Н?

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи може автомобіль рухатися по дорозі, якщо рівнодійна всіх сил, прикладених до нього, спрямована протилежно до напрямку руху? Якщо так, наведіть приклад.
2. Чи може тіло рухатися угору, якщо рівнодійна всіх сил, прикладених до тіла, спрямована вниз? Якщо так, то наведіть приклад.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 8 (п. 1, 4).
2. С6-1:
 рів1 — № 9.4, 9.5, 9.7, 9.9, 9.10.
 рів2 — № 9.12, 9.13, 9.14, 9.17, 9.18.
 рів3 — № 9.21, 9.22, 9.25, 9.26, 9.27.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 10 (п. 4), § 11.
2. С6-2:
 рів1 — № 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5.
 рів2 — № 9.6, 9.7, 9.9, 9.10, 9.11.
 рів3 — № 9.14, 9.18, 9.20, 9.23, 9.24.
3. Д: Виконати вдома самостійну роботу № 7 «Сили в механіці».

Завдання для самостійної роботи № 7

«Сили в механіці»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. У результаті дії сили тіло може...
 А збільшити свою масу;

- Б** збільшити свою швидкість;
В змінити свій об'єм.

2. Виберіть правильну відповідь. На тіло в горизонтальному напрямку діють дві сили — 5 Н і 7 Н. Чому може дорівнювати рівнодійна цих сил?

- А** 1 Н;
Б 10 Н;
В 12 Н.

Середній рівень

- На тіло в горизонтальному напрямку діють дві сили — 10 Н і 20 Н. Зобразіть ці сили. Скільки варіантів рисунка ви можете зробити? Чому дорівнює рівнодійна цих сил?
- На тіло уздовж однієї прямої діють дві сили: 2 Н і 5 Н. Чи може рівнодійна цих сил дорівнювати: а) 10 Н; б) 8 Н; в) 7 Н; г) 5 Н; д) 3 Н; е) 1 Н? Для правильних відповідей зробіть рисунки.

Достатній рівень

- Рівнодійна всіх сил, прикладених до тіла, спрямована вертикально вниз. Чи можна вказати напрямок руху тіла? Наведіть приклад, що підтверджує вашу відповідь.
- Одна із двох сил, що діють на тіло уздовж однієї прямої, дорівнює 5 Н. Рівнодійна цих сил дорівнює 8 Н. Якою може бути за величиною інша сила? Як вона має бути спрямована? Виконайте креслення.

Високий рівень

- На тіло діють три сили \vec{F}_1 , \vec{F}_2 і \vec{F}_3 , спрямовані уздовж однієї прямої, причому $F_1 = 4$ Н, $F_2 = 7$ Н. Чому дорівнює F_3 , якщо рівнодійна всіх трьох сил дорівнює 12 Н? Скільки розв'язків має ця задача? Зробіть у зошиті схематичні рисунки, що відповідають кожному з розв'язків.
- Три сили прикладені уздовж однієї прямої. Залежно від напрямку цих сил їх рівнодійна може дорівнювати 1 Н, 2 Н, 3 Н і 4 Н. Чому дорівнює кожна із цих сил?

Урок 3/16

Тема. Сили пружності

Мета уроку: увести поняття сили пружності, з'ясувати залежність сили пружності від деформації.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	5 хв	Самостійна робота № 7 «Сили в механіці» — вибіркова перевірка виконаної вдома роботи
Демонстрації	5 хв	1. Деформація пружини під дією вантажу. 2. Пружна й пластична деформації. 3. Вимірювання сил за допомогою динамометра
Вивчення нового матеріалу	28 хв	1. Сили пружності. 2. Закон Гука. 3. Вимірювання сил за допомогою сили пружності
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Сили пружності

Під дією сили змінюється швидкість руху тіла. При контакті взаємодіючих тіл починають рухатися окремі частини тіла, внаслідок чого обидва тіла деформуються.

➤ **Деформація** — це зміна форми або розмірів тіла.

Деформація тіла називається **пружною**, якщо після зняття навантаження повністю відновлюються розміри й форма тіла.

Деформація тіла називається **пластичною**, якщо після зняття навантаження розміри й форма тіла не відновлюються.

Іноді деформацію тіла легко помітити, наприклад, при розтяганні або стиску пружини. Але часто деформація не помітна для наших очей, наприклад, ми не помічаємо, як прогинається стіл під книгою.

➤ **Сили пружності виникають при деформації тіла, тобто при зміні його форми.**

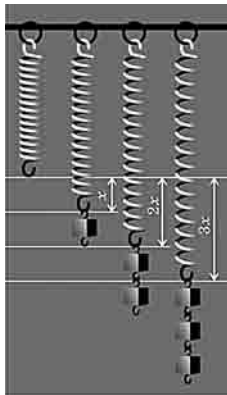
Причиною виникнення сил пружності у тілі є взаємодія його молекул, які розташовані на певній відстані одна від одної. Молекули

тіла однозначно відштовхуються і притягаються одна до одної. У недеформованому тілі молекули перебувають саме на такій відстані, за якої сили притягання й відштовхування врівноважуються. Коли ми розтягуємо або стискаємо тіло, відстані між молекулами змінюються, тому починають переважати або сили притягання, або сили відштовхування. У результаті й виникає сила пружності, що завжди спрямована так, аби зменшити величину деформації тіла.

2. Закон Гука

Із практики відомо, що чим більшу деформацію ми бажаємо створити, тим більше навантаження потрібно прикласти до тіла, що деформується. Отже, за величиною деформації можна судити про величину прикладеної сили.

Знайдемо на досліді співвідношення між деформацією тіла й силою пружності. Підвісимо до пружини спочатку один важок й виміряємо видовження пружини. Додамо ще один важок — тоді сила пружності збільшиться вдвічі: адже тепер вона врівноважує силу ваги, що діє на два важки. Ми побачимо, що видовження пружини теж стало вдвічі більшим (див. рисунок).



Співвідношення між силою пружності й видовженням пружини вперше було встановлено дослідним шляхом англійським фізиком Робертом Гуком. Тому його називають законом Гука:

► модуль сили пружності $F_{\text{пр}}$ прямо пропорційний видовженню тіла x : $F_{\text{пр}} = kx$.

Коефіцієнт пропорційності k називають жорсткістю тіла. Він чисельно дорівнює силі, яку необхідно прикласти для того, щоб розтягти тіло на одиницю довжини. Одиницею виміру жорсткості в СІ є Н/м.

3. Вимірювання сил за допомогою сили пружності

Отже, за величиною деформації тіла можна судити про величину сили пружності. Тому силу пружності часто використовують для вимірювання сил. Прилад для вимірювання сили називають *динамометром*. При градуванні (нанесенні шкали) пружинного динамометра використовується закон Гука.

За допомогою динамометра можна порівнювати сили за модулем, а також визначати напрямок дії сили.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Що таке деформація?
- ? У яких випадках виникає деформація?
- ? Які причини виникнення сили пружності?
- ? Від чого залежить сила пружності?
- ? Чому пружини для динамометрів виготовляють зі сталі, а не з міді або свинцю?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Сила $F_1 = 40$ Н розтягує пружину на $x_1 = 8$ см. Яка сила розтягне пружину ще на $\Delta x = 6$ см?

Розв'язок. При розтяганні пружини виникає сила пружності, що дорівнює прикладеній до неї силі — $F = F_{\text{пр}}$. Оскільки деформація пружна, то скористаємося законом Гука: $F_{\text{пр}} = kx$.

Для двох описаних у завданні випадків можна записати: $F_1 = kx_1$ і $F_2 = kx_2$. Звідси:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{kx_2}{kx_1} = \frac{x_2}{x_1} \Rightarrow F_2 = F_1 \frac{x_2}{x_1}.$$

Деформація під час дії сили F_2 дорівнює $x_2 = x_1 + \Delta x$.

Тоді

$$F_2 = F_1 \frac{x_1 + \Delta x}{x_1}.$$

Перевіряємо одиниці величин: $[F_2] = \text{Н} \frac{\text{см} + \text{см}}{\text{см}} = \text{Н}$.

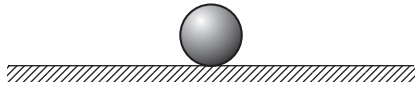
Обчислюємо шукану силу: $F_2 = 40 \frac{8 + 6}{8} = 70 \text{ (Н)}$.

Відповідь: 70 Н.

2. Під дією якої сили пружина жорсткістю 1500 Н/м укоротилася на 5 см?
3. До пружини довжиною 8 см підвісили вантаж масою 100 г. Довжина пружини стала 12 см. Якої маси вантаж необхідно підвісити до пружини, щоб її довжина стала 9 см?

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи завжди при збільшенні сили, що розтягує пружину, у стільки ж разів збільшується її деформація?
2. На столі лежить куля. Зобразить графічно силу пружності, що діє на кулю. До чого прикладена сила пружності? Яка причина виникнення сил пружності?



Домашнє завдання-1

1. У-1: § 8 (п. 2, 3).
2. С6-1:
 - рів1 — № 10.1, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8.
 - рів2 — № 10.12, 10.14, 10.17, 10.18, 10.19.
 - рів3 — № 10.23, 10.24, 10.26, 10.30, 10.31.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 13.
2. С6-2:
 - рів1 — № 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5.
 - рів2 — № 11.6, 11.7, 11.8, 11.10, 11.11.
 - рів3 — № 11.12, 11.13, 11.14, 11.15, 11.16.

Урок 4/17

Тема. Лабораторна робота № 5 «Виготовлення динамометра»

Мета уроку: навчитися градувати пружину із заданою ціною поділки.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: динамометр, шкала якого закрита папером, набір тягарців, штатив з муфтою й лапкою, лінійка.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Закріпіть динамометр із закритою шкалою вертикально в лапці штатива. Відзначте горизонтальною рисою початкове положення покажчика динамометра, — це буде нульова поділка шкали (поставте цифру 0).
2. Підвісьте до динамометра один тягарець і плавно відпустіть. Почекайте, поки тягарець зупиниться в положенні рівноваги, відзначте на папері нове положення покажчика динамометра й поставте цифру 1 (нагадаємо: вага вантажу масою 100 г приблизно дорівнює 1 Н).
3. Повторіть дослід, підвішуючи до динамометра 2, 3 й 4 тягарці. Щоразу відзначайте на папері положення покажчика динамометра й ставте цифри 2, 3, 4.
4. Зніміть тягарці з динамометра, а потім зніміть динамометр зі штатива. Виміряйте лінійкою відстані між сусідніми відзначеними поділками. Якщо ви виміряли досить точно, ці відстані повинні бути приблизно однаковими. Якщо ви були не точні, повторіть градування.
5. Відзначте на цій шкалі десяті частки ньютонів. Поставте букву Н над цифрами шкали, позначивши одиниці сили. Ваш динамометр готовий.
6. Виготовте саморобний динамометр зі смужки цупкого паперу й шматка гумки. Проградуйте його.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 8.
2. С6-1:
 - рів1 — № 10.2, 10.3, 10.4, 10.9, 10.10.

рів2 — № 10.15, 10.16, 10.20, 10.21, 10.22.

рів3 — № 10.25, 10.27, 10.28, 10.29, 10.32.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 13.
2. С6-2:
 - рів1** — № 9.29, 9.30.
 - рів2** — № 9.8, 9.12, 9.13, 11.9.
 - рів3** — № 9.15, 9.16, 9.25, 11.17, 11.18.
3. Підготуватися до самостійної роботи № 8 «Сили пружності».

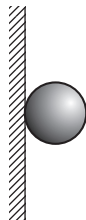
Завдання для самостійної роботи № 8 «Сили пружності»

Початковий рівень

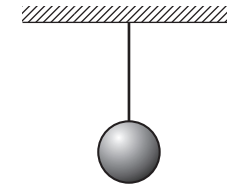
1. Виберіть правильну відповідь. Як зміниться сила пружності, якщо видовження пружини збільшити вдвічі?
 - А** Залишиться незмінною.
 - Б** Збільшиться вдвічі.
 - В** Зменшиться вдвічі.
2. Виберіть правильне твердження. Від чого залежить жорсткість пружини?
 - А** Від маси пружини.
 - Б** Від довжини пружини.
 - В** Від матеріалу й форми пружини.

Середній рівень

1. М'яч, що летить, ударяється об стіну. Покажіть на рисунку силу пружності м'яча й силу пружності стіни. Яка причина виникнення сил пружності?



2. Зобразіть графічно силу пружності, що діє на кулю, яка висить на нитці. До чого прикладена сила пружності? Яка причина виникнення сил пружності?



Достатній рівень

1. Визначте видовження пружини, якщо на неї діє сила 10 Н, а коефіцієнт жорсткості пружини 500 Н/м.
2. Чому дорівнює жорсткість пружини, якщо під дією сили 2 Н вона розтяглася на 4 см?

Високий рівень

1. При відчиненні дверей довжина дверної пружини збільшилася на 0,12 м; сила пружності пружини склала при цьому 4 Н. За якого видовження пружини сила пружності дорівнює 10 Н?
2. Якщо розтягувати пружину силою 8 Н, то довжина пружини дорівнює 14 см; якщо стискати її силою 8 Н, то довжина пружини 10 см. Якою буде довжина пружини, якщо стискати її силою 4 Н?

Урок 5/18

Тема. Сила тяжіння. Вага й невагомість

Мета уроку: дати учням відомості про силу тяжіння й вагу тіла; по-знайомити із природою цих сил.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 8 «Сили пружності»
Демонстрації	5 хв	1. Падіння тіл на землю. 2. Падіння тіл у «трубці Ньютона». 3. Визначення ваги тіла, що перебуває в спокої. 4. Фрагмент відеофільму «Невагомість»
Вивчення нового матеріалу	23 хв	1. Падіння тіл. 2. Сила тяжіння. 3. Вага тіла. 4. Невагомість
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Падіння тіл

Спостерігаючи падіння тіл, можна помітити, що «важкі» тіла падають звичайно швидше, ніж «легкі». Наприклад, монета падає набагато швидше, ніж паперовий кружок.

Ще в давнину Арістотель стверджував, що легкі тіла мають властивість падати повільніше, ніж важкі.

Це переконання вважалось правильним понад дві тисячі років, поки його не спростував італійський учений Галілей, що перейшов від спостережень до дослідів.

Якщо Арістотель має рацію, то тіла рівної маси повинні падати однаково. Перевіримо на досліді: чи так це?

Відпустимо з однієї й тієї ж висоти аркуш паперу й зроблену з такого ж аркуша паперову грудку. Аркуш падає набагато повільніше від грудки (див. рисунок), хоча їхні маси однакові.

Виходить, тіла рівної маси не обов'язково падають однаково — дослід спростовує це положення Арістотеля, а це значить, що воно неправильне.

Галілей припустив, що в ідеальній ситуації — якби опору повітря не було зовсім — всі тіла падали б однаково. Щоб перевірити своє припущення, Галілей кинув з Пізанської вежі одночасно кулю й гарматне ядро. Хоча їхні маси відрізняються в багато разів, куля та ядро впали практично одночасно, підтвердивши припущення Галілея

Падіння тіл за відсутності опору повітря називають вільним падінням. Отже,

➤ *при вільному падінні всі тіла падають однаково.*

Виміри показали, що при вільному падінні швидкість тіла щосекунди збільшується на 9,8 м/с.

2. Сила тяжіння

Камінь падає на Землю тому, що його притягує Земля. Камінь теж притягує Землю. Сили взаємодії між каменем і Землею — це сили всесвітнього тяжіння.

Вивчивши відомі на той час дані про рух небесних тіл, Ньютон дійшов висновку, що сила притягання двох тіл пропорційна масам цих тіл й обернено пропорційна квадрату відстані між ними.

Сила тяжіння визначається як сила, з якою тіло притягується до Землі в даному місці. Ознакою дії сили завжди є зміна швидкості руху тіла. Для підтвердження цього можна запропонувати учням візуально порівняти швидкість падаючого тіла на початку й наприкінці падіння.

➤ *Силу, з якою Земля притягує до себе тіло, називають силою тяжіння.*

Виходячи з того, що під час вільного падіння швидкість будь-якого тіла збільшувалася щосекунди на 9,8 м/с, Ньютон довів, що сила тяжіння прямо пропорційна масі тіла, а коефіцієнт пропорційності — 9,8 Н/кг. Цей коефіцієнт називають **прискоренням вільного падіння**.

Тому модуль сили тяжіння можна виразити через масу тіла m й прискорення вільного падіння g так:

$$F_T = gm.$$

3. Вага тіла

Покладіть на долоню яблуко. Ви відчуєте, що яблуко тисне на долоню з певною силою, спрямованою вниз. Як ми вже знаємо, ця сила обумовлена притяганням яблука до Землі.

Отже, всі тіла внаслідок притягання до Землі або тиснуть на опору, або розтягують підвіс. Для характеристики такої дії у фізиці вводять фізичну величину — вагу тіла.

► Силу, з якою тіло внаслідок притягання його Землею тисне на опору або розтягує підвіс, називають **вагою тіла**.

Необхідно звернути увагу учнів, на те, що сила тяжіння вважається як сила, з якою тіло притягується до Землі, а вага — як сила, з якою тіло під дією сили тяжіння діє на опору або розтягує підвіс. Ці сили діють на різні тіла: сила тяжіння — на саме тіло, а вага — на підставку або підвіс. Якщо тіло нерухоме або рухається рівномірно, то сила тяжіння й вага рівні за модулем.

Вагу тіла позначають буквою P . Розрахунки показують, що
► вага тіла у стані спокою дорівнює силі тяжіння, що діє на це тіло: $P = mg$.

Якщо на столі нерухомо лежить книга масою 500 г, то на цю книгу діє сила тяжіння 5 Н, але й вага цієї книги також дорівнює 5 Н. Однак це не означає, що вага й сила тяжіння — та сама сила. Ці сили істотно відрізняються одна від одної.

По-перше, ці сили прикладені до різних тіл: сила тяжіння прикладена до тіла, а вага тіла — до опори або підвісу. По-друге, ці сили мають різну фізичну природу: сила тяжіння — це прояв сил всесвітнього тяжіння, що діють на відстані, а вага — зазвичай сила пружності, що діє при безпосередньому контакті.

І, нарешті, сила тяжіння діє на тіло, що перебуває поблизу Землі, завжди, а вага тіла може при цьому дорівнювати нулю.

4. Невагомість

З телевізійних передач і кінофільмів ми знаємо, що на орбітальній космічній станції, що рухається навколо Землі, тіла перебувають у стані, який називається невагомістю. Космонавт, як і всі інші тіла, може вільно ширяти на космічній станції. У цьому випадку він не тисне на опору і його вага дорівнює нулю.



► Стан, за якого вага тіла дорівнює нулю, називають **невагомістю**.

Характерною властивістю стану невагомість є відсутність «внутрішніх напружень» у тілі, наприклад відсутність тиску одних органів на інші в тілі людини.

Для людини невагомість, як правило, супроводжується розладом вестибулярного апарата, нервовими розладами, нудотою.

Космонавти на орбіті перебувають у стані невагомість тривалий час. Щоб витримати цей стан, вони проходять спеціальну тривалу підготовку.

Якщо ви хочете відчути на собі короткотривалий стан невагомість, для цього необов'язково записуватися в космонавти — достатньо просто підстрибнути.

У тривалому стані невагомість перебувають космонавти в космічному кораблі, коли його двигуни *вимкнені*. При цьому космонавти разом з космічним кораблем рухаються під дією тільки сил тяжіння (з боку Землі, Місяця або яких-небудь інших космічних тіл).

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чому камінь, кинутий у горизонтальному напрямку, не летить прямолінійно?
- ? Що свідчить про існування сили тяжіння?
- ? Від чого залежить сила тяжіння?
- ? За якої умови тіло перебуває в стані невагомість?
- ? Де можна спостерігати невагомість?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Яка сила тяжіння діє на м'яч масою 400 г?
2. Чому дорівнює вага 2 л гасу?

3. Спортсмен утримує на витягнутих руках штангу вагою 800 Н. Чому дорівнює маса штанги?

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи володіє вагою тіло, що плаває на поверхні води?
2. Чи доводилося вам відчувати (хоча б короткочасно) стан невагомості? Якщо так, то коли саме?
3. Чи перебуває в невагомості легкий пух, що навесні й улітку літає в повітрі?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 9.

2. Сб-1:

рів1 — № 11.2, 11.4, 11.9, 11.11, 11.13.

рів2 — № 11.17, 11.18, 11.21, 11.26, 11.27.

рів3 — № 11.31, 11.36, 11.40, 11.41, 11.42.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 12.

2. Сб-2:

рів1 — № 10.1, 10.3, 10.5, 10.7, 10.8.

рів2 — № 10.10, 10.11, 10.13, 10.18, 10.20.

рів3 — № 10.26, 10.28, 10.31, 10.32, 10.33.

Урок 6/19

Тема. Лабораторна робота № 6 «Вимірювання ваги динамометром»

Мета уроку: навчитися за допомогою динамометра вимірювати вагу тіла.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: динамометр, три тіла невідомої маси.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Виміряйте за допомогою динамометра вагу запропонованих вам тіл.
2. Вимірявши вагу кожного тіла, обчисліть їхні маси.
3. Заповніть у зошиті для лабораторних робіт таблицю.

№ з/п	Найменування тіл	Вага тіла, Н	Маса тіла, кг
1			
2			
3			

На виконання цієї роботи бажано затратити 15 хвилин. Решту часу на уроці можна використати для розв'язання якісних і розрахункових задач.

Якісні задачі

1. З документальних репортажів можна побачити, що рухи космонавтів на борту орбітальної космічної станції нагадують рухи аквалангістів, що плавають під водою. Чи можна стверджувати, що аквалангісти так само перебувають у стані невагомості?
2. Камінь кидають вертикально вгору. Чи однакова сила тяжіння діє на камінь у такі моменти: 1) коли він перебуває в руці; 2) у момент кидка; 3) коли він летить угору; 4) у верхній точці траєкторії; 5) коли летить униз? Чи однакова вага каменя в ці моменти?
3. Більшість супутників планет не мають атмосфери. Чому?

Розв'язок. Оскільки сила ваги на цих супутниках мала, то молекули газів, маючи достатню швидкість, не можуть утримуватися поблизу цих планет.

4. Як змінюються сила тяжіння, що діє на космонавта, і його вага, коли він переміщається із Землі на орбітальну станцію?

Розв'язок. Сила тяжіння зменшується незначною мірою*: вона залежить тільки від маси тіла й відстані до центра Землі, що при переміщенні на орбітальну станцію змінюється всього лише на кілька відсотків. Якби не сила притягання до Землі, орбітальна станція покинула б навколосемну орбіту й полетіла далеко в космічний простір. А от вага космонавта в орбітальній станції дорівнює нулю, оскільки космонавт разом зі станцією перебуває в стані вільного падіння на Землю.

Розрахункові завдання

1. Чи може хлопчик, на якого діє сила ваги 400 Н, тиснути на горизонтальну опору із силою 600 Н?
2. Чому дорівнює вага хлопчика, якщо він стоїть у нерухомому ліфті? Чому дорівнюватиме вага хлопчика, коли ліфт піднімається угору з постійною швидкістю? Маса хлопчика 40 кг.

Розв'язок. Вага хлопчика у стані спокою дорівнює силі ваги тому, що він нерухомо стоїть у нерухомому ліфті: $P_1 = mg$. У другому випадку вага хлопчика так само буде дорівнювати силі ваги: $P_2 = mg$. Той факт, що ліфт рухається з постійною швидкістю, свідчить про те, що сили, які діють на хлопчика, не змінилися за величиною. Це значить, що сила, з якою хлопчик діє на підлогу ліфта, не змінилася. А ця сила і є вагою хлопчика:

$$P_1 = P_2 = 40 \cdot 10 = 400 \text{ (Н)}.$$

3. Яка сила ваги діє на порожній мідний куб з довжиною ребра 7 см і товщиною стінок 1 см? (*Відповідь:* 19 Н)

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 10.
2. С6-1:

рів1 — № 11.5, 11.6, 11.10, 11.14, 11.15.

рів2 — № 11.20, 11.22, 11.28, 11.29, 11.30.

рів3 — № 11.37, 11.38, 11.43, 11.44, 11.45.

* Менше ніж на 10 % при висоті орбіти станції 300 км над поверхнею Землі.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 13.
2. С6-2:

рів1 — № 10.2, 10.4, 10.6, 10.9, 10.15.

рів2 — № 10.12, 10.14, 10.17, 10.2, 10.24.

рів3 — № 10.27, 10.30, 10.34, 10.35, 10.36.

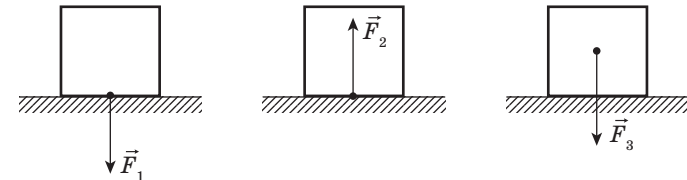
3. Д: Виконати вдома самостійну роботу № 9 «Сила тяжіння. Вага й невагомість».

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ № 9

«Сила тяжіння. Вага й невагомість»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Під дією якої сили змінюється швидкість тіла, кинутого вертикально угору?
 - А Ваги тіла.
 - Б Сили пружності.
 - В Сили тяжіння.
2. Виберіть правильне твердження. На рисунку зображені деякі сили, що діють на тіло й опору.



А Сила \vec{F}_1 — вага тіла.

Б Сила \vec{F}_2 — сила тяжіння.

В Сила \vec{F}_3 — сила реакції опору.

Середній рівень

1. Чи володіє вагою птах, що летить у повітрі?
2. Чи діє сила тяжіння на космонавта під час руху космічного корабля по орбіті? Поясніть свою відповідь.

Достатній рівень

1. а) Мідна й коркова кулі мають однакові маси. Порівняйте сили тяжіння, що діють на них.
б) На витягнутій долоні перебуває в стані спокою тіло масою 200 г. Чому дорівнює сила тяжіння й вага цього тіла? До чого

прикладена кожна із цих сил? Зобразіть їх на кресленні. Чому дорівнюватиме вага й сила тяжіння, що діє на тіло, якщо долоню висмикнути?

2. а) Гуллівер, герой відомої книги Д. Свіфта, розповідає: «Орел, захопивши дзьобом кільце мого ящика, поніс його... Потім раптом я відчув, що падаю прямовисно вниз близько хвилини, але з такою неймовірною швидкістю, що в мене перехопило дихання». У якому стані під час руху перебував оповідач? Чому?
- б) Люстра підвішена до стелі. Її маса дорівнює 7,5 кг. З якою силою люстра діє на стелю? Як називається ця сила? До чого ця сила прикладена? Зобразіть цю силу на кресленні.

Високий рівень

1. а) Коркову кулю з поверхні стола перенесли в посудину з водою. Чи змінилася при цьому сила тяжіння, що діє на кулю? Чому?
- б) Посудину об'ємом 20 л наповнили рідиною. Яка це може бути рідина, якщо її вага дорівнює 160 Н? До чого ця сила прикладена? Зобразіть цю силу на кресленні.
2. а) Металевий брусок затиснутий у лещатах. Яка фізична природа ваги бруска?
- б) Вага мідної кулі об'ємом 120 см^3 дорівнює 8,5 Н. Суцільна ця куля чи порожня?

Урок 7/20

Тема. Сили тертя

Мета уроку: з'ясувати природу сили тертя; розглянути способи зменшення й збільшення сили тертя.

Тип уроку: урок викладу нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	5 хв	1. Тертя спокою й тертя ковзання. 2. Тертя кочення. 3. Способи зменшення й збільшення сили тертя
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Сила тертя ковзання. 2. Природа сили тертя. 3. Сила тертя спокою. 4. Сила тертя кочення. 5. Способи зменшення й збільшення сили тертя
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Сила тертя ковзання

З тертям ми зіштовхуємося на кожному кроці. Вірніше було б сказати, що без тертя ми й кроку ступити не можемо.

Тертя може бути корисним і шкідливим, цю аксіому людина опанувала ще на зорі цивілізації. Адже два найголовніших винаходи — колесо й добування вогню — пов'язані саме із прагненням зменшити й збільшити ефекти тертя.

Рух тіла в реальних умовах не може тривати нескінченно довго. Якщо штовхнути брусок, що лежить на столі, він набуде певної швидкості, але під час руху бруска його швидкість буде зменшуватися. Яка ж «невидима» сила гальмує брусок? Це — сила тертя ковзання. Вона діє з боку стола й спрямована протилежно до руху бруска. Така сама за модулем, але протилежно спрямована сила — теж сила тертя ковзання — діє на стіл з боку бруска.

➤ **Сила тертя ковзання** — це сила, що виникає при ковзанні одного тіла по поверхні іншого тіла.

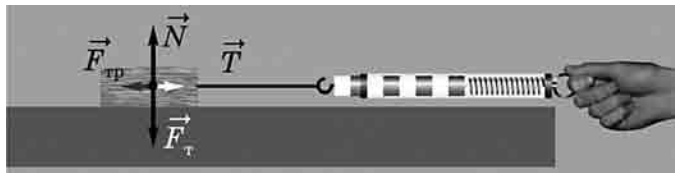
Сила тертя ковзання завжди спрямована проти напрямку руху тіла, до якого вона прикладена.

Необхідно відзначити, що при ковзанні одного тіла по поверхні іншого завжди виникає пара сил: одна сила прикладена до ковзного тіла й спрямована проти його швидкості, інша — прикладена до поверхні, по якій тіло ковзає, і спрямована проти першої сили ковзання.

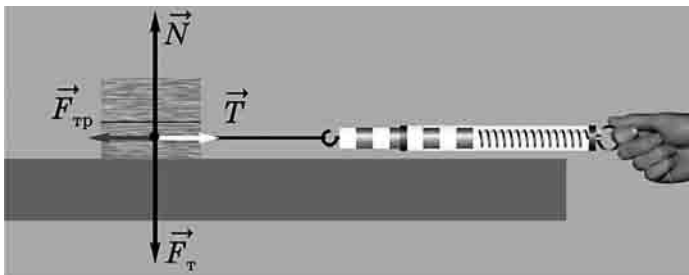
Від чого ж залежить сила тертя ковзання?

Будемо за допомогою динамометра тягти брусок уздовж поверхні стола так, щоб брусок рухався з постійною швидкістю.

Сили, що діють при цьому на брусок, врівноважують одна одну — вони зображені на рисунку. Сила пружності з боку пружини \vec{T} врівноважує силу тертя ковзання $\vec{F}_{\text{тер}}$, тому за показниками динамометра можна визначити модуль сили тертя.



Поклавши на брусок другий такий самий брусок, ми подвоїмо силу ваги (і силу нормального тиску). При цьому ми помітимо, що й сила тертя ковзання збільшилася також у два рази.



► Це наводить на думку, що модуль сили тертя ковзання $F_{\text{тер}}$ пропорційний модулю сили нормального тиску N .

$$F_{\text{тер}} = \mu N.$$

Коефіцієнт пропорційності μ називається *коефіцієнтом тертя ковзання*. Він визначається матеріалом дотичних поверхонь та якістю їх обробки.

Коефіцієнт тертя визначається експериментально. Наприклад,

Матеріали	Коефіцієнт тертя
Сталь по льоду	0,02
Сталь по сталі	0,20
Дерево по дереву	0,25
Шкіра по чавуну	0,56
Гума по бетону	0,75

Відносно великий коефіцієнт тертя між гумою й бетоном сприяє безпечному руху автомобілів. Восени, коли мокре листя покриває дорогу і коефіцієнт тертя між колесами та дорогою значно зменшується, рух стає досить небезпечним.

2. Природа сили тертя

Сила тертя спокою виникає з двох причин.

- На шорсткуватих поверхнях існують нерівності. При спробі зрушити одне тіло відносно іншого ці нерівності зачіпаються одна за одну, у результаті чого виникають сили, подібні до сил пружності.
- Якщо обидві поверхні ретельно відшліфовані, при зіткненні поверхонь виникають сили міжмолекулярного притягання. Це може призвести навіть до прилипання поверхонь.

3. Сила тертя спокою

Кожний знає, як важко зрушити з місця важку шафу (див. рисунок). Яка ж сила врівноважує силу, що прикладається до шафи?



Це — сила тертя спокою. Вона виникає при спробі зрушити одне з дотичних тіл щодо іншого й тому перешкоджає руху тіл одне щодо одного.

Якщо збільшувати прикладену до шафи силу, ми все-таки зрушимо шафу. Виходить, сила тертя спокою не може перевищувати деяку «граничну» величину, що називається максимальною силою тертя спокою. Досвід показує, що максимальна сила тертя спокою трохи більше сили тертя ковзання, однак у багатьох задачах для спрощення ці сили вважають рівними.

Сила тертя спокою може набувати значень від нуля до $F_{\text{тер.спок. макс}}$.

Незважаючи на свою назву, сила тертя спокою часто приводить тіла в рух.

Наприклад, без цієї сили ми буквально й кроку не могли б ступити: роблячи крок, ми відштовхуємося від дороги саме за допомогою сили тертя спокою. Сила тертя спокою розганяє й автомобілі: з її допомогою колеса, що обертаються, відштовхуються від дороги.

Якщо по натягнутій струні скрипки провести смичком, то за рахунок сили тертя спокою струна буде смикатися ривками, почне коливатися й зазвучить.

4. Сила тертя кочення

Візьмімо яку-небудь кулю, кругляш або просто круглий олівець. Ці предмети рухаються від поштовху, звичайно, набагато легше, тому що вони вже не ковзають по поверхні стола, а котяться по ньому. І в цьому випадку, звичайно, теж виникає тертя. Але це вже інше тертя, і має воно іншу назву: *тертя кочення*.

Імовірно, тут і доводити не треба, що за тих самих умов тертя кочення завжди буде менше тертя ковзання.

Звичайне тертя кочення тим менше, чим твердіші поверхні дотичних тіл: тому, наприклад, сталева кулька довго котиться по склу. Ось чому рейки й колеса вагонів роблять зі сталі, а шосе роблять із твердим покриттям.

5. Способи зменшення й збільшення сили тертя

Що ж таке тертя? Чи не правда, це слово викликає уявлення чогось неприємного, несимпатичного; чогось такого, що невідомо звідки береться й для того тільки й існує, щоб ми його усували, до-

лали?.. Коротше кажучи, викликає уявлення чогось надзвичайно зайвого.

В інтересах істини нам необхідно якомога скоріше позбутися цих помилкових уявлень. Оскільки тертя насправді існує не тільки для того, щоб додавати нам турбот і роботи; воно так само рятує нас від чималих турбот і часто полегшує нашу працю. Давайте уявімо собі, що тертя більше немає. Що тоді б відбулося? Та ми б не змогли з вами і кроку ступити, наші ноги всюди б так і роз'їжджалися, причому куди більше, ніж на гладкому льоді; а поїзд стояв би на колії — машина працювала б, а він не рухався б з місця; книга не змогла б утриматися на столі, та й стіл теж їздив би по підлозі — дивись, а він вже десь у куті. Ручка вислизала б у нас із рук, чашка із чаєм — теж, цвяхи повилізали б зі стін, а гвинти — з гайок. Ми б не зуміли спорудити жодної будівлі, і вітер так і гуляв би повсюди, як у чистому полі.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Коли виникає сила тертя ковзання? Як вона спрямована?
- ? У чому полягають причини виникнення сили тертя ковзання?
- ? Коли виникає сила тертя спокою? Як вона спрямована?
- ? Яка головна особливість сили тертя кочення? Де і як використовують цю особливість?
- ? Які ви знаєте способи збільшення й зменшення сили тертя? Наведіть приклади використання цих способів.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Брусок масою 2 кг тягнуть по горизонтальному столу, прикладаючи горизонтальну силу 6 Н. При цьому брусок рухається з постійною швидкістю. Який коефіцієнт тертя між бруском і столом?

Розв'язок. Позначимо масу бруска m , а силу, з якою тягнуть брусок, \vec{F} . З формули $F_{\text{тер}} = \mu N$ випливає, що $\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$. Оскільки брусок рухається з постійною швидкістю, сила тертя врівноважує силу, з якою тягнуть брусок, тобто дорівнює їй за модулем: $F_{\text{тер}} = F$.

Сила нормального тиску для бруска, що перебуває на горизонтальному столі, урівноважує силу ваги й тому теж дорівнює їй за модулем: $N = mg$. Отже, $\mu = \frac{F}{mg}$. Перевіривши одиниці величин, підставляємо числові дані й одержуємо: $\mu = \frac{6}{2 \cdot 10} = 0,3$.

- Брусок тягнуть по столу, прикладаючи горизонтальну силу 1 Н. Яка маса бруска, якщо він рухається рівномірно й коефіцієнт тертя між бруском і столом дорівнює 0,2?
- Для того щоб рівномірно рухати книгу по столу, необхідно прикласти горизонтальну силу 2 Н. Визначте коефіцієнт тертя ковзання між книгою й столом, якщо маса книги 1 кг.

2. Поміркуй і відповідай

- Чому не розв'язуються шнурки на черевиках?
- Що змінюється зі збільшенням ваги автомобіля: сила тертя чи коефіцієнт тертя?
- Чому головку сиру легше розрізати на шматки міцною ниткою, ніж ножем?
- З якою метою гімнасти перед виступом натирають долоні рук спеціальною речовиною, що збільшує коефіцієнт тертя між долонями та перекладиною — тальком?

Домашнє завдання-1

- У-1: § 10.
- Сб-1:
 - рів1 — № 12.5, 12.6, 12.7, 12.8, 12.10.
 - рів2 — № 12.16, 12.18, 12.20, 12.26, 12.27.
 - рів3 — № 12.32, 12.34, 12.35, 12.38, 12.40.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 14.
- Сб-2:
 - рів1 — № 12.1, 12.2, 12.5, 12.7, 12.8.
 - рів2 — № 12.10, 12.11, 12.13, 12.16, 12.18.
 - рів3 — № 12.20, 12.23, 12.25, 12.27, 12.38.

Урок 8/21

Тема. Лабораторна робота № 7 «Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання»

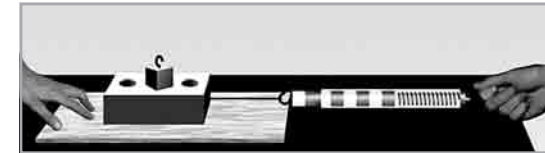
Мета уроку: виміряти коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: дерев'яний брусок, дерев'яна лінійка, набір тягарців відомої маси, динамометр.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Виміряйте динамометром вагу бруска.
- Покладіть брусок на горизонтально розташовану дерев'яну лінійку. На брусок поставте тягарець.
- Тягніть брусок рівномірно по горизонтальній лінійці, як показано на рисунку. Запишіть показання динамометра.



- Повторіть дослід, поставивши на брусок 2 й 3 тягарці.
- Заповніть у зошиті для лабораторних робіт таблицю.

Кількість тягарців	Сила нормальної реакції N , Н	Сила тертя, $F_{\text{тер}}$ Н
1		
2		
3		

- Накресліть у зошиті осі координат N й $F_{\text{тер}}$, виберіть зручний масштаб і нанесіть отримані вами три експериментальні точки.
- Оцініть (якісно), чи підтверджується на досліді, що сила тертя прямо пропорційна силі нормального тиску; чи перебувають всі експериментальні точки поблизу однієї прямої, що проходить через початок координат.

8. Візьміть на проведеній прямій точку, розташовану не дуже близько від початку координат, і визначте значення $F_{\text{тер}}$ й N , що відповідають цій точці. За формулою $\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$ визначте коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 10.
2. Сб-1:
 - рів1 — № 12.2, 12.9, 12.11, 12.12.
 - рів2 — № 12.17, 12.21, 12.25, 12.28.
 - рів3 — № 12.29, 12.36, 12.41, 12.42.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 14.
2. Сб-2:
 - рів1 — № 12.3, 12.4, 12.6, 12.9, 12.12.
 - рів2 — № 12.14, 12.15, 12.17, 12.19, 12.21.
 - рів3 — № 12.26, 12.28, 12.36, 12.40, 12.41.
3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 10 «Сили тертя».

Завдання для самостійної роботи № 10 «Сили тертя»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Ми можемо ходити, оскільки...
 - А ...поверхня, по якій ми йдемо, тверда;
 - Б ...ми відштовхуємося від поверхні завдяки тертю ковзання;
 - В ...ми відштовхуємося від поверхні завдяки тертю спокою.
2. Виберіть правильне твердження. Сила тертя ковзання залежить від...
 - А ...швидкості ковзання одного тіла по іншому.
 - Б ...напрямку руху одного тіла по іншому.
 - В ...матеріалу поверхонь, які стикаються при ковзанні.

Середній рівень

1. Чи може сила тертя, що діє на тіло, яке перебуває на похилій площині, бути спрямована уздовж схилу вниз? Наведіть приклади.

2. Зуби пилки розводять у різні сторони від площини пилки. Якою пилкою складніше пиляти — розведеною чи нерозведеною? Чому?

Достатній рівень

1. а) На столику у вагоні поїзда лежить книга й м'яч. Чому, коли поїзд рушив з місця, м'яч покотився назад (відносно поїзда), а книга залишилася в спокої?
 - б) Яка сила потрібна для рівномірного переміщення саней по льоду, якщо вага саней 5 кН і сила тертя становить 0,04 ваги саней?
2. а) Чому восени під час листопаду їхати по шосе з великою швидкістю небезпечно? Поясніть свою відповідь.
 - б) Для рівномірного переміщення санок по снігу додається сила 40 Н. Визначити вагу саней, якщо сила тертя становить 0,04 ваги саней.

Високий рівень

1. а) Що роблять спортсмени-гірськолижники, велосипедисти, ковзанярі для зменшення опору повітря, яке знижує їхні спортивні результати?
 - б) На столі лежать три різних бруски. Щоб зрушити верхній з них, треба прикласти силу 5 Н, а щоб витягнути середній, притримуючи (але не піднімаючи) верхній, треба прикласти силу 20 Н. Яку силу треба прикласти, щоб зрушити два верхніх бруски разом?
2. а) До стінки будинку притулені сходи. Людина піднімається по сходах. У деякий момент часу кінці сходів починають зісковзувати уздовж стінки будинку. Чому це може статися?
 - б) На горизонтальній дошці лежить залізний брусок масою 4 кг. При його рівномірному горизонтальному переміщенні динамометр показував 16 Н. Чому дорівнює відношення сили тертя до ваги тіла?

Урок 9/22

Тема. Момент сили. Умова рівноваги важеля

Мета уроку: познайомити учнів з різними видами простих механізмів; з'ясувати умову рівноваги важеля.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 10 «Сили тертя»
Демонстрації	5 хв	1. Зміна дії сили за допомогою важеля. 2. Рівновага важеля. 3. Момент сили
Вивчення нового матеріалу	22 хв	1. Важіль. 2. Момент сили. Правило моментів
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Важіль

Використовуючи різні пристосування, людина з незапам'ятних часів прагнула полегшити свою роботу, пов'язану з переміщенням і підйомом важких предметів.

У фізиці пристосування для перетворення руху й сили називають механізмами. Більшість із них були винайдені ще до нашої ери. Ще давні єгиптяни використали похилу площину, щоб підняти важкі кам'яні блоки до вершини піраміди.



Механізми, що використовуються людиною, можуть бути влаштовані дуже складно, однак для розуміння їх роботи достатньо вивчити так звані прості механізми — важіль і похилу площину.

Кожному відомо, що важкий предмет можна зрушити з місця за допомогою досить довгого стрижня. Причому цей стрижень обертається навколо нерухомої точки опори (цю точку називають *віссю обертання*).

➤ **Важіль** — це твердий стрижень, що може обертатися навколо нерухомої опори.

Важіль — перший найпростіший механізм, яким людина користувалася протягом десятків тисяч років. Зображення важеля можна знайти в стародавніх книгах, на стінах храмів, папірусах. Прикладом важелів можуть служити ножиці, плоскогубці.

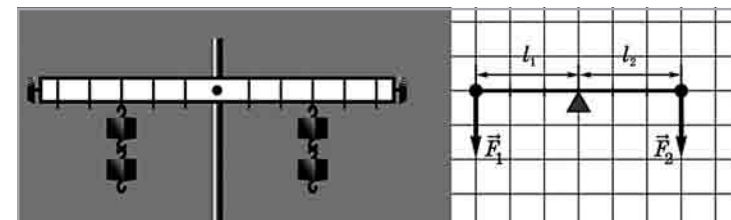
Важіль — це необов'язково довгий і тонкий предмет. Наприклад, колесо — теж важіль, тому що це тверде тіло, що обертається навколо осі.

Уведемо ще два визначення. *Лінією дії сили* назвемо пряму, що проходить через вектор сили. Найкоротшу відстань від осі важеля до лінії дії сили назвемо *плечем сили*. З курсу геометрії ви знаєте, що найкоротша відстань від точки до прямої — це перпендикуляр до цієї прямої.

Вивчимо умови рівноваги важеля дослідним шляхом. Візьмемо як важіль міцний стрижень із поділками, нанесеними на рівних відстанях одна від одної, який може вільно обертатися навколо осі, що проходить через його середину. Будемо підвішувати до важеля різні вантажі, домагаючись того, щоб важіль із вантажами перебував у рівновазі (*див. рисунок*).

З боку вантажів на важіль будуть діяти сили \vec{F}_1 й \vec{F}_2 , що дорівнюють вагам цих вантажів.

Позначимо l_1 й l_2 плечі сил \vec{F}_1 і \vec{F}_2 , відповідно.



Поставивши кілька дослідів, ми виявимо, що важіль перебуває в рівновазі під дією двох сил, якщо:

- 1) прикладені до важеля сили намагаються обертати його в протилежних напрямках;
- 2) модулі прикладених до важеля сил обернено пропорційні плечам цих сил:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$

2. Момент сили. Правило моментів

З тих пір як Архімед установив правило важеля, воно проіснувало в первинному виді майже 1900 років. І лише в 1687 році французький учений П. Вариньон надав йому більш загальної форми, скориставшись поняттям моменту сили.

- Добуток модуля сили на її плече називають **моментом сили**.

$$M = Fl,$$

де M — момент сили, F — сила, l — плече сили.

Доведемо, що важіль перебуває в рівновазі, якщо момент сили, що обертає його за годинниковою стрілкою, дорівнює моменту сили, що обертає його проти годинникової стрілки, тобто

$$M_1 = M_2.$$

Перетворимо вираз $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$ так, щоб у кожній частині рівності стояли величини, що характеризують тільки одну силу: її модуль і плече. Ми одержимо $F_1 l_1 = F_2 l_2$.

Але $F_1 l_1 = M_1$ — момент сили, що намагається повернути важіль проти годинникової стрілки (див. рисунок), а $F_2 l_2 = M_2$ — момент сили, що намагається повернути важіль за годинниковою стрілкою.

Умову рівноваги важеля можна тепер сформулювати так:

- важіль перебуває в рівновазі, якщо сума моментів сил, що обертують важіль в одному напрямку, дорівнює сумі моментів сил, що обертують його в протилежному напрямку.

Умову рівноваги в такому виді називають *правилом моментів*.

Як впливає з визначення, одиницею моменту сил є $1 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

З умови рівноваги важеля впливає, що, використовуючи важіль, можна одержати *виграш у силі*. Силою, прикладеною до більшого плеча важеля, можна зрівноважити силу, що значно більша за прикладену.

Необхідно звернути увагу учнів на те, що якщо ми за допомогою важеля одержуємо виграш у силі, то ми обов'язково програємо в переміщенні.

За допомогою важеля можна одержати виграш не тільки в силі, але й у переміщенні — прикладаючи силу до більш короткого плеча важеля. Правда, виграш у переміщенні неодмінно супроводжується програшем у силі.

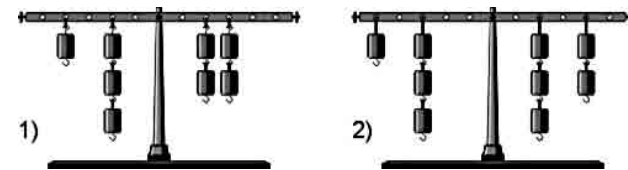
Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Яке призначення простих механізмів?
- ? Що таке лінія дії сили?
- ? Як знайти плече сили?
- ? Наведіть приклади використання умови рівноваги важеля.
- ? Як можна за допомогою важеля одержати виграш у переміщенні?
- ? Що характеризує момент сили?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Запишіть правило моментів для випадків, зображених на рисунках.



2. Плечі важеля дорівнюють 25 см і 40 см. Менша із двох вертикальних сил, що діють на важіль, дорівнює 40 Н. Чому дорівнює друга сила, якщо важіль перебуває в рівновазі?
3. До кінців важеля прикладені вертикальні сили 25 Н і 15 Н. Довге плече важеля дорівнює 15 см. Яка довжина короткого плеча? Важіль перебуває в рівновазі.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому ручку дверей розташовують ближче до краю?

2. Яке відношення довжин плечей важеля, що не дає ні виграшу, ні програшу в силі? У яких випадках є сенс застосовувати такий важіль?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 11 (п. 1, 2).
2. С6-1:

рів1 — № 13.1, 13.2, 13.4, 13.7, 13.8.

рів2 — № 13.13, 13.14, 13.17, 13.19.

рів3 — № 13.25, 13.26, 13.32, 13.36.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 15.

2. С6-2:

рів1 — № 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5.

рів2 — № 13.6, 13.7, 13.8, 13.9, 13.10.

рів3 — № 13.11, 13.12, 13.13, 13.17, 13.18.

Урок 10/23

Тема. Лабораторна робота № 8 «Вивчення умов рівноваги важеля»

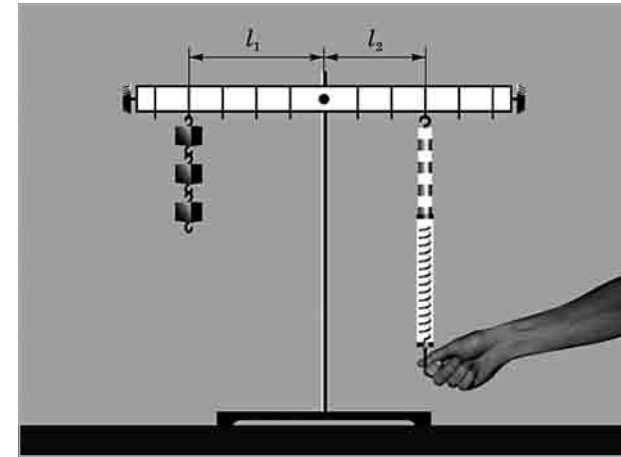
Мета уроку: перевірити на досвіді умови рівноваги важеля.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: штатив з муфтою, важіль, набір важків, динамометр, лінійка з міліметровими поділками.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Установіть важіль на штативі й зрівноважте його в горизонтальному положенні за допомогою регулювальних гайок на кінцях.
2. Утримуючи рукою важіль у горизонтальному положенні, підвісьте до нього на довільній відстані від осі «гірлянди» важків загальною вагою P , як показано на рисунку.



3. Зрівноважте важіль, прикладаючи до нього за допомогою динамометра вертикально спрямовану силу, як показано на рисунку. Виміряйте модуль цієї сили F .
4. Визначте за допомогою поділок на важелі плечі сил l_1 й l_2 (див. рисунок).
5. Повторіть дослід ще два рази, змінюючи положення точок підвісу важків й їхню загальну вагу.

6. Зробіть у зошиті для лабораторних робіт схематичні рисунки дослідів. На рисунках укажіть прикладені до важеля сили й плечі цих сил. Обчисліть моменти M_1 і M_2 сил, які обертають важіль відповідно проти годинникової стрілки й за годинниковою стрілкою.
7. Заповніть у зошиті наступну таблицю:

$P, \text{Н}$	$l_1, \text{м}$	$M_1, \text{Н} \cdot \text{м}$	$F, \text{Н}$	$l_2, \text{м}$	$M_2, \text{Н} \cdot \text{м}$

8. Порівняйте значення моментів M_1 і M_2 сил, які обертають важіль у протилежних напрямках і зробіть висновок. Зроблений вами висновок запишіть у зошит для лабораторних робіт.

Домашнє завдання-1

- У-1: § 11 (п. 1, 2).
- С6-1:
 - рів1 — № 13.5, 13.10, 13.12.
 - рів2 — № 13.15, 13.16, 13.20, 14.10, 14.22.
 - рів3 — № 13.33, 13.35, 14.31, 14.32.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 15.
- С6-2:
 - рів2 — № 13.14, 13.15, 13.16.
 - рів3 — № 13.19, 13.20, 13.21, 12.22.

Урок 11/24

Тема. Блоки. Похила площина

Мета уроку: познайомити учнів із застосуванням правила моментів для блоків як різновидів важеля; познайомити учнів з одним з видів простих механізмів — похилою площиною.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Які перетворення сили відбуваються в простих механізмах? 2. У чому полягає правило рівноваги важеля? 3. Що таке момент сили? У чому полягає правило моментів?
Демонстрації	6 хв	1. Рівновага вантажів на нерухомому блоці. 2. Рівновага вантажів на рухомому блоці. 3. Тіло на похилій площині. 4. Фрагменти відеофільму «Прості механізми»
Вивчення нового матеріалу	26 хв	1. Нерухомий блок. 2. Рухомий блок. 3. Похила площина. 4. Застосування простих механізмів у техніці й живій природі
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Нерухомий блок

➤ Блок, вісь якого закріплена й при підйомі вантажів не опускається й не піднімається, називають **нерухомим блоком**.

Нерухомий блок можна розглядати як рівноплечий важіль, у якого плечі сил дорівнюють радіусу колеса (див. рисунок): $OA = OB = r$.



Якщо прикласти до кінців нитки сили, то умовою рівноваги блоку буде рівність прикладених сил: $F = P$.

Звідси випливає, що

- ▶ *нерухомий блок не дає виграшу в силі, але дозволяє змінювати напрямок дії сили.*

Необхідно звернути увагу на те, що нерухомий блок не дає програту у відстані: на яку висоту опуститься кінець мотузки, за який ми тягнемо, на стільки ж підніметься вантаж, що прикріплений до іншого кінця.

2. Рухомий блок

- ▶ *Рухомий блок — це блок, що піднімається й опускається разом з вантажем.*



Рухомий блок можна розглядати як важіль, що обертається навколо точки торкання мотузки й колеса (на рисунку це точка O).

Точка O — точка опори важеля (див. рисунок), OA — плече сили P і OB — плече сили F .

Оскільки плече OB вдвічі більше плеча OA , то сила F вдвічі менше сили P :

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

Таким чином,

- ▶ *рухомий блок дає виграш у силі у два рази.*

Необхідно звернути увагу учнів на те, що, використовуючи рухомий блок, ми програємо в переміщенні теж у два рази: адже для підняття вантажу на висоту h нам доведеться вибирати трос довжиною $2h$.

Крім того, рухомий блок змінює напрямок сили, яку ми прикладаємо до вільного кінця мотузки, на протилежний.

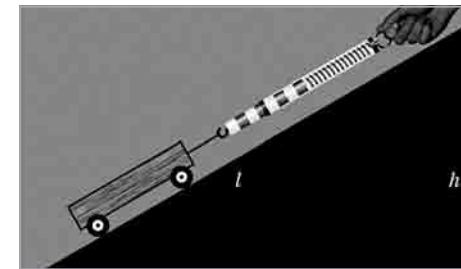
3. Похила площина

Похила площина застосовується для переміщення важких предметів на більш високий рівень без їх безпосереднього підняття. До таких пристроїв належать пандуси, ескалатори, звичайні сходи, а також конвеєри (з роликami для зменшення тертя).

Виміряємо вагу візка.



Будемо піднімати його уздовж похилої площини (див. рисунок).



Ми побачимо, що візок можна підняти силою, яка менше ваги візка. Якщо l — довжина похилої площини, h — висота похилої площини, P — вага візка, F — сила, прикладена до візка, то за відсутності сили тертя можна записати:

$$\frac{P}{F} = \frac{l}{h}.$$

Таким чином,

▶ при використанні похилої площини виграють у силі в стільки разів, у скільки разів довжина похилої площини більше її висоти.

Завдяки тому, що похила площина дозволяє одержати виграш у силі, причому досить значний, якщо її довжина набагато більше висоти, похилу площину використовували ще в давнину для підняття ваг, наприклад, при будівництві єгипетських пірамід.

2. Застосування простих механізмів у техніці й живій природі

Для всіх простих механізмів характерно наступне: користуючись ними, можна виграти або в силі (програвши у відстані), або у відстані (програвши в силі).

Правило важеля лежить в основі дії різного роду інструментів і пристроїв, що застосовуються у техніці й побуті там, де потрібен виграш у силі або шляху. Виграш у силі ми маємо при роботі з ножицями різних видів і гострозубцями.

Важелі різного виду є в багатьох машин: ручка швейної машини, педалі або ручне гальмо велосипеда, педалі автомобіля й трактора, клавіші піаніно, рукоятки лещат і верстатів, важіль свердильного верстата й т. ін.

Важелі зустрічаються в різних частинах тіла тварин і людини. Це, наприклад, кінцівки, щелепи. Багато важелів можна вказати в тілі комах, птахів, у будові рослин.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть приклади застосування нерухомого блоку.
- ? Наведіть приклади застосування рухомого блоку.
- ? Як за допомогою блоків одержати виграш у силі більше, ніж удвічі?
- ? Якими простими механізмами ви користуєтеся в побуті? Наведіть приклади.
- ? Чи можна розглядати нерухомий і рухомий блоки як важелі?

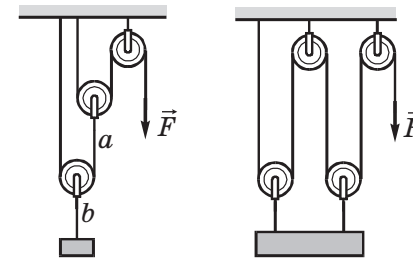
ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Як за допомогою двох рухомих блоків одержати виграш у силі в 4 рази? Можна використати будь-яке число нерухомих блоків. Наведіть 2 розв'язки завдання.

Розв'язок

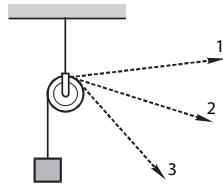
- 1) Можна використати 2 рухомих блоки й 1 нерухомий, як показано на лівому рисунку нижче. Кожний з рухомих блоків дає виграш у силі в 2 рази, тому сила натягу мотузки a дорівнює $2F$, а сила натягу мотузки b , що втримує вантаж, дорівнює $4F$, тобто сумарний виграш у силі в 4 рази.
- 2) Можна використати 2 рухомих блоки й 2 нерухомих, як показано на правому рисунку нижче. При цьому сила натягу кожної із двох мотузок, що утримують вантаж, дорівнює $2F$, завдяки чому виходить сумарний виграш у силі в 4 рази.



2. Візок піднімають по похилій площині, прикладаючи силу 100 Н, спрямовану уздовж похилої площини. Яка маса візка, якщо довжина похилої площини 2 м, а висота 1 м? (Відповідь. 20 кг)
3. Вантаж масою 300 кг піднімають за допомогою одного рухомого блоку, прикладаючи силу 1600 Н. Яка маса блоку? (Відповідь. 20 кг)

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому діаметр ведучих коліс трактора значно більше діаметра ведучих коліс легкового автомобіля?
2. Чому розмотувати нитку з повної котушки легше, ніж із частково розмотаної?
3. Як можна з'єднати один з одним нерухомий й рухомий блоки, щоб одержати виграш у силі в 6 разів?
4. У якому напрямку (див. рисунок) треба тягти вільний кінець мотузки, щоб легше було піднімати вантаж?

**Домашнє завдання-1**

- У-1: § 11 (п. 3, 4).
- С6-1:
 - рів1 — № 13.3, 13.6, 13.9, 13.11.
 - рів2 — № 13.18, 13.21, 13.22, 14.23, 14.24.
 - рів3 — № 13.27, 13.28, 13.29, 13.31, 13.34.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 16, 30 (п. 3, 4)
- С6-2:
 - рів1 — № 14.1, 14.2, 14.3, 14.4, 14.5.
 - рів2 — № 14.8, 14.9, 14.10, 14.11, 14.12.
 - рів3 — № 14.13, 14.14, 14.15, 14.19, 14.20.
- Д: Підготуватися до самостійної роботи № 11 «Момент сили. Важіль і блок».

Завдання для самостійної роботи № 11
«Момент сили. Важіль і блок»
Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. Рухомий блок...
 - А не дає виграшу в силі;
 - Б може дати виграш у силі у 2 рази;
 - В може дати виграш у силі у 4 рази.
- Виберіть правильне твердження. На рисунку зображений важіль, що перебуває в рівновазі.



- А Момент сили, що діє на тягарець 1, у 9 разів більше моменту сили, що діє на тягарець 2.

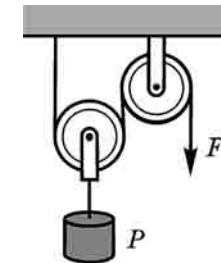
- Б Цей важіль дає виграш у силі у 2 рази.
- В Цей важіль дає виграш у силі у 9 рази.

Середній рівень

- За допомогою рухомого блоку робітник піднімає на висоту 4 м вантаж вагою 600 Н. З якою силою він тягне за мотузку? Якої довжини відрізок мотузки він при цьому витягне?
- Для різання тканини й паперу застосовують ножиці з короткими ручками й довгими лезами. Визначте силу різання, якщо сила, прикладена до ручок ножиців, дорівнює 30 Н, а довжина плечей 8 і 10 см.

Достатній рівень

- Визначте вагу вантажу, який піднімають за допомогою системи блоків (див. рисунок), якщо до вільного кінця мотузки прикладена сила $F = 50$ Н. На яку висоту піднявся вантаж P , якщо вільний кінець каната опустився на 40 см?



- Довжина важеля 1 м. Де повинна перебувати точка опори, щоб вантаж вагою 5 Н, підвішений на одному кінці важеля, урівноважувався вантажем вагою 20 Н, підвішеним до іншого кінця важеля?
- Високий рівень**
- На кінцях важеля діють сили 25 Н і 150 Н. Відстань від точки опори до меншої сили 21 см. Визначте довжину важеля, якщо він перебуває в рівновазі.
 - На кінці важеля діють вертикальні сили 1 Н і 10 Н. На якій відстані від місця прикладання меншої сили розташовується точка опори, якщо важіль перебуває в рівновазі? Довжина важеля 11 м.

Урок 12/25

Тема. Тиск твердих тіл

Мета уроку: познайомити учнів з тиском як фізичною величиною; з'ясувати залежність тиску від сили тиску й площі опори.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 11 «Момент сили. Важіль і блок»
Демонстрації	5 хв	1. Залежність тиску твердого тіла на опору від сили й площі опори. 2. Розрізування шматка пластиліну тонким дротом. 3. Фрагменти відеофільму «Сила тиску й тиск»
Вивчення нового матеріалу	20 хв	1. Тиск, здійснюваний твердими тілами. 2. Способи збільшення й зменшення тиску
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Тиск, здійснюваний твердими тілами

Яка приємна зимова прогулянка на лижах! Однак варто увійти в сніг без них, як ноги будуть глибоко провалюватися під час кожного кроку, іти буде важко, і задоволення буде зіпсовано.

На цьому рисунку вага лижника приблизно дорівнює вазі «пішохода». Тому сили, з якими хлопчики тиснуть на сніг, будемо вважати рівними. Але помітьте: вони діють не на одну точку, а «розподіляються» по деяких площах. У лижника — по площі торкання снігу й лиж, а в пішохода — снігу й підшов. Зрозуміло, що $S_{\text{лиж}} > S_{\text{підшов}}$. Тому й результат дії лижника на сніг проявляється меншою мірою. Розподіл сили по площі її прикладання характеризують спеціальною фізичною величиною — дробом F/S . За умови, що сила діє перпендикулярно до поверхні, цей дріб називають тиском.

► **Тиском** p називають відношення перпендикулярної до поверхні сили тиску F , що діє на деяку площу S поверхні, до цієї площі:

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

З визначення тиску випливає, що змінити тиск можна двома способами: змінивши силу тиску або змінивши площу, на яку діє ця сила.

Одиницею тиску є 1 паскаль.

► 1 паскаль — це тиск, за якого на площу, що дорівнює 1 м^2 , діє сила тиску, що дорівнює 1 Н.

$$1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}.$$

2. Способи збільшення й зменшення тиску

У більшості випадків змінювати тиск, змінюючи силу тиску, незручно, тому змінюють площу поверхні, на яку діє сила. При збільшенні площі тиск зменшується, а при зменшенні — збільшується.

У техніці, будівництві, на транспорті дуже часто використовують різні способи, щоб зменшити або збільшити тиск. Наприклад, фундамент висотного будинку чинить тиск у $4 \cdot 10^5$ Па. Тому при зведенні будинку його фундамент роблять більше широким, ніж сам будинок, для зменшення тиску на ґрунт.

Шини вантажних автомобілів роблять набагато ширше, ніж у легкових автомобілів. Широкі гусениці дозволяють зменшити тиск трактора на ґрунт і роблять його більш прохідним на ґрунтовій дорозі.

З іншого боку, тиск можна збільшувати завдяки зменшенню площі поверхні. Це використовується в техніці при виготовленні інструментів (зубило, свердло, різець, ножиці й т. ін.).

Далі з учнями можна обговорити питання: у яких випадках тиск необхідно збільшувати і як це роблять? Коли тиск слід зменшувати і як у цьому випадку треба чинити?

Коли тиск потрібно зменшувати:	Коли тиск потрібно збільшувати:
1. Щоб ґрунт міг витримати тиск будови, збільшують площу нижньої частини фундаменту	1. Всі різальні інструменти — ножі, ножиці, різці — обладнані різальною частиною із дуже малою площею для створення значного тиску

Коли тиск потрібно зменшувати:	Коли тиск потрібно збільшувати:
2. Шини й гусениці машин, призначених для руху по м'якому ґрунту, ширше, ніж у тих самих машин, що працюють на твердому ґрунті	2. Різальні й колючі пристосування в живій природі: зуби, пазурі, дзьоби, жала, ікла, шипи й ін.
3. Для руху по пухкому снігу використовують лижі, що значно збільшують площу опори людини	3. Лопати, металообробні інструменти (свердла, зубила, напилки й ін.)

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ?** Наведіть приклади, які показують, що дія сили залежить від площі опори, на яку діє ця сила.
- ?** Чому людина, що йде на лижах, не провалюється в сніг?
- ?** Наведіть відомі вам способи зменшення й збільшення тиску?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

- Який тиск чинить ковзаняр масою 60 кг на лід, якщо ширина леза ковзана 4 мм, а довжина леза, що стикається з льодом, 30 см? (Відповідь. 500 кПа)
- Сталевий куб створює тиск на стіл 7,8 кПа. Чому дорівнює маса куба?

Розв'язок. За визначенням, $p = \frac{F}{S}$, а площа грані $S = a^2$. Тоді

$$p = \frac{mg}{a^2} = \frac{\rho Vg}{a^2} = \frac{\rho a^3 g}{a^2} = \rho a g.$$

Звідси довжина ребра куба $a = \frac{p}{\rho g}$. Маса куба обчислюється за формулою $m = \rho V = \rho a^3$, де a — довжина ребра куба. Таким чином,

$$m = \rho a^3 = \frac{\rho^3}{\rho^2 g^3}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[m] = \frac{\text{Па}^3}{\frac{\text{кг}^2}{\text{м}^6} \cdot \frac{\text{Н}^3}{\text{кг}^3}} = \frac{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6}}{\frac{\text{Н}^3}{\text{м}^6 \cdot \text{кг}}} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу:

$$m = \frac{7,8^3 \cdot 10^9}{7,8^2 \cdot 10^6 \cdot 10^3} = 7,8 \text{ (кг)}.$$

2. Поміркуй і відповідай

- Чому гострий ніж ріже краще, ніж тупий?
- Навіщо в лопати верхній край, на який надавлюють ногою, зігнуто?
- Чому підбори туфель дівчини чинять на землю набагато більший тиск, ніж ноги слона?

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 12 (п. 1, 2).
- Сб-1:**
рів1 — № 15.5, 15.6, 15.7, 15.9, 15.12.
рів2 — № 15.16, 15.18, 15.19, 15.24, 15.25.
рів3 — № 15.30, 15.34, 15.37, 15.38, 15.39.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 17.
- Сб-2:**
рів1 — № 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5.
рів2 — № 15.6, 15.6, 15.10, 15.14, 15.16.
рів3 — № 15.22, 15.23, 15.24, 15.26, 15.28.

Урок 13/26

Тема. Тиск газів і рідин

Мета уроку: пояснити тиск газів і рідин з погляду молекулярно-кінетичної теорії будови речовини.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Що таке тиск? Назвіть одиниці виміру тиску. 2. Як можна збільшити або зменшити тиск? 3. Навіщо для проїзду по багністій місцевості роблять настил із хмизу?
Демонстрації	4 хв	1. Тиск газів. 2. Тиск рідин
Вивчення нового матеріалу	26 хв	1. Спостерігаємо прояви тиску газу. 2. Досліджуємо тиск рідин
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

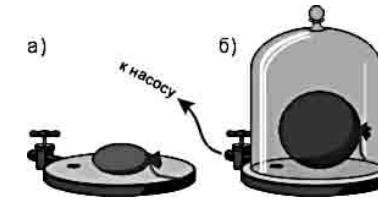
1. Спостерігаємо прояви тиску газу

На початку уроку учням необхідно нагадати, що тиск газу на стінки посудини обумовлено ударами молекул і залежить від їх числа (густини газу) і швидкості руху (температури).

Переконатися в цьому можна на такому досліді: будемо сипати на аркуш тонкого картону рівномірним потоком пісок. Ми побачимо, що аркуш картону при цьому деформується — точно так само, як якби на нього діяла постійна сила, хоча насправді деформація картону обумовлена окремими ударами піщин (*див. рисунок*).

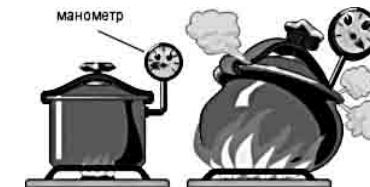


Тиск газу в замкнутій посудині всюди однаковий. Пояснюють це хаотичністю руху молекул, що обумовлює однакову густину газу в повному обсязі й однакову в середньому загальну силу їхніх ударів на одиницю площі. Проілюструвати вищесказане можна за допомогою такого досліду: під ковпак повітряного насоса поміщають гумову кульку, частково заповнену повітрям, і відкачують насосом повітря з-під ковпака, у результаті чого кулька збільшується в об'ємі.



Накачуючи або відкачуючи газ, що перебуває в посудині, ми збільшуємо масу газу або, навпаки, зменшуємо її. При цьому змінюється густина газу — збільшується або зменшується. Одночасно із густиною змінюється й тиск газу.

Однак змінити тиск газу можна й в інший спосіб — змінюючи температуру. Наллємо в казан трохи води, що при ввімкненні пальника повністю перетворюється на пару. На казані є манометр, за яким можна визначити, що при збільшенні температури тиск пари зростає.



Із наведених міркувань можна зробити такий висновок для тиску газу постійної маси:

- ▶ при постійній температурі газу його тиск збільшується при зменшенні об'єму й зменшується при збільшенні об'єму; при постійному об'ємі газу його тиск збільшується при збільшенні температури й зменшується при зниженні температури.

2. Досліджуємо тиск рідин

Рідина завжди набуває форми посудини, у якій перебуває, зберігаючи свій об'єм. Візьмемо посудину, у дні й стінках якої є однакові отвори, закриті гумовими плівками, і наллємо в цю посудину воду. Ми побачимо, що всі плівки вигнулися назовні (див. рисунок).



Виходить, налита в посудину рідина тисне не тільки на дно посудини, але й на її стінки.

Рідина перебуває під дією сили ваги, й на нижні шари діє вага верхніх її шарів. Чим глибше розміщений шар рідини, тим більшим виявляється тиск, зумовлений дією ваги вищерозташованих шарів рідини. Найбільший тиск буде біля дна посудини.

Таким чином, сили тиску в рідинах — це сили пружності, що виникають у результаті деформації шарів, які розташовані нижче, шарами, що перебувають над ними.

► *Тиск, здійснюваний рідиною, що перебуває в стані спокою, називають гідростатичним.*

Тиск рідини на дно посудини $p = \frac{P}{S}$, де P — вага рідини, S — площа дна посудини.

Вага рідини $P = mg$, де m — маса рідини, що виражається через її густину ρ й об'єм V формулою $m = \rho V$. Об'єм рідини можна виразити через площу дна S й висоту стовпа рідини h формулою $V = Sh$. Звідси випливає, що

$$p = \frac{P}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh.$$

Таким чином,

► *гідростатичний тиск на будь-якій глибині усередині рідини залежить тільки від густини рідини, прискорення вільного падіння й глибини, на якій визначається тиск.*

$$p = \rho gh.$$

Формула $p = \rho gh$ стосується тільки тиску, створюваного самою рідиною, і не враховує тиски атмосфери на поверхню рідини. За цією формулою можна розрахувати тиск рідини, наливої в посудину будь-якої форми.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? *Які спостереження вказують на те, що газ тисне на стінки посудини, у якій він міститься?*
- ? *Чому гази створюють тиск?*
- ? *Як залежить тиск газу від його об'єму й температури?*
- ? *Яка причина виникнення тиску рідини на дно й стінки посудини?*
- ? *Від яких величин й як залежить тиск рідини на дно посудини?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. На якій глибині створюваний водою тиск дорівнює атмосферному? Для розрахунків прийміть атмосферний тиск рівним 10^5 Па.

Розв'язок. З формули $p = \rho gh$ одержуємо

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{10^5}{10^3 \cdot 10} = 10 \text{ (м)}.$$

Таким чином, десятиметровий шар води створює приблизно такий самий тиск, як оточуючий Землю шар повітря, що має десятки кілометрів у товщину.

2. Акваріум, що має форму куба, повністю заповнений водою.

У скільки разів відрізняється сила тиску води на дно акваріума й на бічну стінку?

Розв'язок. Скористаємося формулою гідростатичного тиску рідини $p = \rho gh$ й визначенням сили тиску $F = pS$. Тиск на бічну стінку акваріума зростає пропорційно збільшенню глибини. Звідси випливає, що середній тиск дорівнює середньому арифметичному між мінімальним ($p_{\min} = 0$) і максимальним ($p_{\max} = \rho ga$, де a — довжина ребра куба) значеннями.

Середній тиск на бічну стінку дорівнює:

$$p_c = \frac{p_{\min} + p_{\max}}{2} = \frac{1}{2} \rho g a.$$

Тиск на дно: $p_d = \rho g a$.

Обчислюємо значення сили тиску:

$$F_1 = p_c S_1 = \frac{1}{2} \rho g a S_1, \quad F_2 = p_d S_2 = \rho g a S_2.$$

З урахуванням того, що $S_1 = S_2$, остаточно одержуємо:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\rho g a S_2}{\frac{1}{2} \rho g a S_1} = 2.$$

2. Поміркуй і відповідай

- Опишіть простий спосіб видалення вм'ятини на кульці для настільного тенісу.
- Чому не можна допускати нагрівання газових балонів?
- Занурте палець у склянку з водою, не торкаючись дна. Чи зміниться при цьому сила тиску на дно склянки?

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 12 (п. 3), § 13 (п. 1).
- С6-1:**

рів1 — № 16.1, 16.2, 16.3, 16.13, 16.15.

рів2 — № 16.19, 16.20, 16.21, 16.31, 16.32.

рів3 — № 16.37, 16.38, 16.39, 16.40, 16.49.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 18 (п. 1-3), 19 (п. 1, 3).
- С6-2:**

рів1 — № 16.1, 16.2, 16.5, 16.6, 16.7.

рів2 — № 16.8, 16.9, 16.12, 16.13, 16.14.

рів3 — № 16.15, 16.17, 16.23, 16.24, 16.25.

Урок 14/27

Тема. Закон Паскаля. Сполучені посудини

Мета уроку: познайомити учнів із законом передачі тиску рідинами й газами; установити закономірність розподілу рідин у сполучених посудинах.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Як змінюється тиск газу при зміні його об'єму й температури? 2. Як змінюється тиск рідини із глибиною? 3. Визначте тиск на глибині 60 см у воді й у гасі
Демонстрації	6 хв	1. Куля Паскаля з водою й димом. 2. Модель сполучених посудин. 3. Рівновага рідини у сполучених посудинах. 4. Фрагмент відеофільму «Сполучені посудини»
Вивчення нового матеріалу	22 хв	1. Закон Паскаля. 2. Сполучені посудини. 3. Застосування сполучених посудин
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Закон Паскаля

За вказівкою Паскаля міцну дубову бочку до країв наповнили водою й наглухо закрили кришкою. У невеликий отвір у кришці вставили кінець вертикальної скляної трубки такої довжини, що кінець її опинився на рівні другого поверху. Вийшовши на балкон, Паскаль взявся наповнювати трубку водою. Не встиг він вилити й десятка склянок, як раптом, на диво усіх, хто обступив бочку, бочка із тріском лопнула. Її розірвала незрозуміла сила. Паскаль переконається: так, сила, що розірвала бочку, зовсім не залежить від кількості води в трубці. Вся справа у висоті, до якої трубка була заповнена.

У цьому досліді проявляється дивна властивість води — передавати тиск, що здійснюється на її поверхні (у бочці) по всьому об'єму, кожній точці стінки або дна бочки.

Так Паскаль приходив до відкриття закону, що одержав його ім'я.

Виконаємо дослід за допомогою приладу Паскаля.



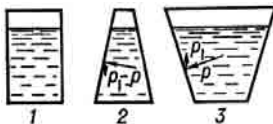
Цей дослід показує, що тиск, що здійснюється поршнем на рідину, передається в усі точки рідини. Це ж справедливо й для газу. Таким чином, ми дійдемо висновку, що

➤ *тиск, здійснюваний зовнішніми силами на рідину або газ, передається без зміни в кожну точку рідини або газу.*

Це твердження називають законом Паскаля.

Властивістю рідини передавати в усі сторони здійснюваний на неї тиск пояснюється явище, відоме у фізиці під назвою «гідростатичний парадокс».

Візьмемо три посудини різної форми, але з однаковою площею дна, і наллємо в них води до однакового рівня.



Результати дослідів можна пояснити, користуючись законом Паскаля:

➤ *сила, з якою рідина тисне на дно посудини, не залежить від форми посудини, якщо посудини мають однакову площу дна й однакову висоту стовпа рідини.*

Пояснюється гідростатичний парадокс тим, що оскільки гідростатичний тиск p завжди нормальний до стінок посудини, сила тиску на похилі стінки має вертикальну складову p_1 , що компенсує вагу зайвого, порівняно з циліндром 1, об'єму рідини в посудині 3 і вагу відсутнього, порівняно з циліндром 1, об'єму рідини в посудині 2.

2. Сполучені посудини

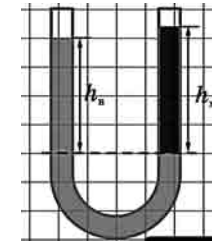
➤ *Посудини, що мають загальну частину, що з'єднує їх, називають сполученими.*

Наллємо в шкільний прилад «сполучені посудини» підфарбовану воду. Ми помічаємо, що у сполучених посудинах будь-якої форми поверхня рідини встановлюється на одному рівні.

Це легко пояснити, користуючись формулою $p = \rho gh$. Справді, якщо подумки проведемо через середину трубки, що з'єднує дві посудини, вертикальну площину, то тиски ліворуч і праворуч від площини будуть рівні відповідно p_1 й p_2 . Оскільки рідина не перетікає з посудини в посудину, то $p_1 = p_2$, отже, $\rho gh_1 = \rho gh_2$, тобто $h_1 = h_2$.

➤ *Нерухома однорідна рідина у сполучених посудинах будь-якої форми встановлюється на одному рівні.*

Якщо в сполучені посудини налиті різні рідини, що не змішуються, то рівень рідин у посудинах може бути не однаковим.



З умови $p_1 = p_2$, випливає, що $\rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2$, тобто

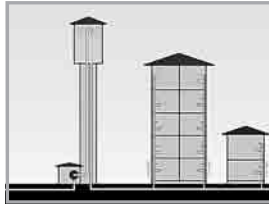
$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

➤ *У сполучених посудинах висоти шарів рідин обернено пропорційні густинам цих рідин.*

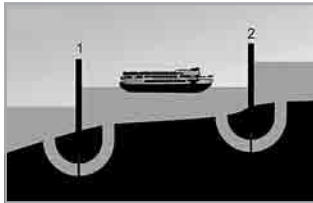
3. Застосування сполучених посудин

Сполучені посудини широко застосовуються в побуті й техніці. Відомий усім чайник являє собою дві сполучені посудини. За принципом сполучених посудин діють системи водопроводів. Обов'язковим елементом такої системи є водонапірна вежа — ре-

зервуар, піднятий на таку висоту, щоб рівень води в ньому був вище споруд, до яких подається вода.



За принципом сполучених посудин працюють і шлюзи, за допомогою яких судна долають перешкоди на ріках: пороги, греблі й ін.



Неподалік від С.-Петербурга знаходиться Петергоф — ансамбль парків, палаців і фонтанів. Це єдиний ансамбль у світі, фонтани якого (їх понад 100) працюють без насосів і складних водонапірних споруджень. Тут використовується принцип сполучених посудин — різниця в рівнях, на яких розташовані фонтани й ставки-водосховища.



Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Яку властивість рідин і газів пояснює дія закону Паскаля?
- ? Які приклади сполучених посудин ви можете навести?

- ? Як розташовується однорідна рідина в сполучених посудинах?
- ? Як зміниться розташування рівнів у сполучених посудинах для неоднорідних рідин?
- ? Яке практичне застосування сполучених посудин? Наведіть приклади сполучених посудин у побуті.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

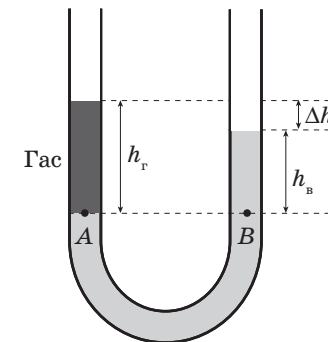
1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. У лівому коліні заповнених водою сполучених посудин над водою знаходиться шар гасу висотою $h_r = 10$ см. В якому з колін рівень рідини вище? На скільки?

Розв'язок

У всіх точках однієї й тієї ж рідини, що лежать на одному рівні, тиск однаковий (інакше відбувалося б перетікання рідини). Прирівнюючи тиски в точках А і В (див. рисунок), одержуємо

$$\rho_r g h_r = \rho_b g h_b.$$



Звідси $h_b = \frac{\rho_r}{\rho_b} h_r$. Таким чином, у лівому коліні рівень рідини вище на

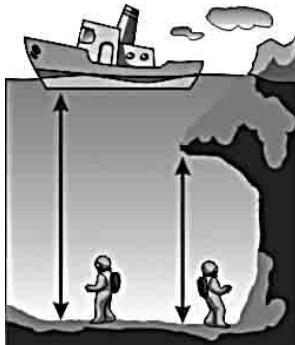
$$\Delta h = h_r - h_b = \frac{\rho_b - \rho_r}{\rho_b} h_r = \frac{1000 - 800}{1000} \cdot 10 = 2 \text{ (см)}.$$

Відповідь. У лівому коліні рівень рідини вище на 2 см.

2. В U-подібну трубку налили ртуть. У ліву трубку долили 20 см гасу. Скільки води необхідно долити в праву трубку, щоб поверхні ртуті в трубках були на одному рівні?

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи виконується закон Паскаля в невагомості? Наведіть приклад, що підтверджує вашу відповідь.
2. На рисунку показана морська бухта з підводною печерою. На якого з водолазів вода буде чинити більший тиск: на того, котрий перебуває у відкритому морі, чи на того, котрий перебуває в печері?



3. Чи справедливий закон сполучених посудин в умовах невагомості?
4. Чому водонапірна башта повинна бути вище будинків, які забезпечуються водою із цієї вежі?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 12 (п. 4), § 13 (п. 2).

2. С6-1:

рів1 — № 16.4, 16.5, 16.6, 16.8, 16.9.

рів2 — № 16.22, 16.24, 16.25, 16.35, 16.36.

рів3 — № 16.41, 16.42, 16.43, 16.50, 16.51.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 18 (п. 4, 5), 19 (2), 21 (п. 1).

2. С6-2:

рів1 — № 17.1, 17.2, 17.3, 17.4, 17.5.

рів2 — № 17.6, 17.7, 17.8, 17.10, 17.14.

рів3 — № 17.16, 17.18, 17.20, 17.21, 17.23.

3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 12 «Тиск твердих тіл».

Завдання із самостійної роботи № 12

«Тиск твердих тіл»

Початковий рівень

1. На руку людини сіл комар. Виберіть правильне твердження.
 - А Комар чинить на шкіру при укусі більший тиск, ніж танк на дорогу.
 - Б Чим більше сила, що діє на поверхню, тим менше тиск.
 - В Чим більше площа опори, тим більший тиск.
2. Виберіть правильне твердження. По тонкому льоду безпечніше повзти, ніж йти.
 - А Людина, що повзе, тисне на лід з меншою силою, ніж та, що йде.
 - Б У людини, що йде, площа опори більше, ніж у тої, що повзе.
 - В Людина чинить на лід менший тиск, ніж та, що йде.

Середній рівень

1. Коток, що працює на будівництві шосе, чинить на нього тиск 400 кПа. Площа опори котка 0,12 м². Чому дорівнює маса котка?
2. Лід витримує тиск 8 кПа. Чи зможе пройти по цьому льоді автомобіль масою 3 т, якщо площа всієї поверхні його опори 800 см²?

Достатній рівень

1. а) При скріпленні різних деталей гвинтами й болтами під них підкладають спеціальні шайби. Для чого це роблять?
б) Приймаючи довжину однієї лижі рівною за 1,5 м і ширину — 10 см, визначте тиск, що чинить хлопчик масою 45 кг на сніг. Чи зможе він проїхати на лижах по льоду, що витримує тиск 1 кПа?
2. а) Чи залежить тиск, що здійснюється автомобілем на землю, від того, як сильно накачані його колеса?

- б) Трактор чинить на ґрунт тиск 40 кПа. Визначте його масу, якщо відомо, що опорна площа однієї його гусениці становить 6500 см².

Високий рівень

- а) Два чоловіки однакової маси лежать — один на підлозі, інший на дивані. Чи однакові сили тиску, здійснювані ними на опору? Чому диван здається більш м'яким, ніж підлога?
 б) На столі стоїть суцільний мідний куб. Яка маса куба, якщо він чинить на стіл тиск 8 кПа?
- а) Факір-початківець склав для себе такий план підготовки до лежання на цвяхах: спочатку звикнути лежати на 200 цвяхах, потім на 300 цвяхах і т. ін., поступово доводячи число цвяхів до 2000. Який недолік цього плану?
 б) Один літературний герой, загартовуючи свою волю, спав на дошці, утиканій цвяхами (вістря догори). Оцініть, зі скількох цвяхів повинне було складатися ложе героя, уважаючи, що маса героя 70 кг, вістря кожного цвяха має площу 0,1 мм², а людська шкіра може витримувати тиск 3 МПа.

Урок 15/28

Тема. Атмосферний тиск

Мета уроку: сформулювати поняття про атмосферний тиск і пояснити його існування на підставі молекулярно-кінетичних уявлень.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 12 «Тиск твердих тіл»
Демонстрації	4 хв	1. Підйом води в трубці за поршнем. 2. Досвід з магдебурзькими півкулями. 3. Дія піпетки. 4. Дія барометра-анероїда
Вивчення нового матеріалу	22 хв	1. Атмосфера Землі. 2. Переконаємося в існуванні атмосферного тиску й спостережимо його дію. 3. Дослід Торрічеллі. 4. Зміна атмосферного тиску з висотою. 5. Вивчаємо конструкцію барометра-анероїда
Закріплення вивченого матеріалу	9 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Атмосфера Землі

Як відомо, повітря оточує всю Землю у вигляді кулястого шару, тому повітряну оболонку Землі називають атмосферою (грецьк. «атмос» — пара, повітря; «сфера» — куля). Як і всяке інше тіло, що має масу, атмосфера притягується до Землі. Діючи на тіла своєю вагою, вона створює тиск, що називається атмосферним тиском. Відповідно до закону Паскаля, воно проникає у будинки, печери, шахти й діє на всі тіла, що стикаються з атмосферним повітрям.

Космічні польоти показали, що атмосфера піднімається над поверхнею Землі на кілька сотень кілометрів, стаючи дедалі більш розрідженою (менш густою). Поступово вона переходить у порожній космічний простір — вакуум, де тиск практично дорівнює нулю.

2. Переконаємося в існуванні атмосферного тиску й спостерігаємо його дію

Існуванням атмосферного тиску пояснюється ціла безліч явищ. Розглянемо одне з них — підняття рідини за поршнем. Звернемося до рисунка.



Якщо різко підняти рукоятку поршня, то між ним і рідиною утвориться безповітряний простір, тиск у якому практично дорівнює нулю. Тому атмосферний тиск, впливаючи на поверхню рідини в посудині, витисне рідину нагору по трубці в простір з меншим тиском.

Саме таким способом і набирають рідину в шприц. За цим же принципом працюють і всмоктувальні насоси, що піднімають воду з колодезів.

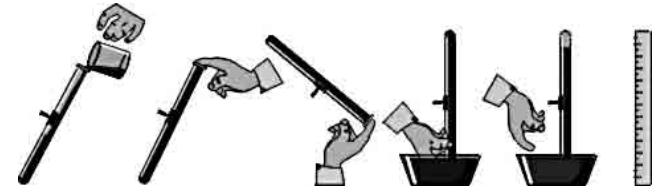
До якої ж висоти можна підняти воду поршнем? Виявляється, що підняти воду за допомогою поршня більш ніж на 10 метрів неможливо. Розгадку знайшов Торрічеллі: він зрозумів, що стовп води висотою 10 м створює тиск, рівний тиску атмосфери. Ось чому атмосферний тиск не може підняти воду більше, ніж на 10 метрів.

3. Дослід Торрічеллі

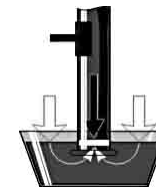
При виконанні багатьох наукових і технічних розрахунків необхідно знати числове значення атмосферного тиску. Розрахувати ж атмосферний тиск за формулою $p = \rho gh$ не можна, тому що, по-перше, густина повітря різна на різній висоті. По-друге, висоту атмосфери точно встановити не можна, тому що вона переходить у космічний простір поступово й лише приблизно вважається рівною 100 км. Тому атмосферний тиск вимірюють експериментально.

На питання «Як виміряти атмосферний тиск?» знайшов відповідь італійський фізик і математик Е. Торрічеллі. За його пропозицією в 1643 році був проведений такий дослід.

Скляну трубку довжиною близько метра, запаяну з одного кінця, наповнюють доверху ртуттю. Потім, щільно заклавши отвір пальцем, трубку перевертають й опускають у чашу із ртуттю. Після цього палець забирають. Ртуть із трубки починає вилитися, але не вся! Залишається «стовп» ртуті приблизно 76 см висотою, рахуючи від її рівня в чаші. Ця висота не залежить ні від довжини трубки, ні від глибини її занурення.



Пояснимо цей дослід. Подивіться на нижній рисунок. Світлим кольорами ми позначили невеликий шар ртуті усередині трубки біля її отвору. Вага шарів, що розміщені вище, діє вниз, штовхаючи «світлий» шар у чашу. Причина цього — сила тяжіння. А ртуть у чаші тисне на «світлий» шар нагору, штовхаючи його назад у трубку. Причина виникнення цієї сили — атмосферний тиск, що діє на поверхню ртуті в чаші. Відповідно до закону Паскаля воно поширюється через ртуть навіть усередину трубки. Оскільки ртуть перебуває в стані спокою, то названі сили врівноважують одна одну.



Таким чином, тиск, створюваний стовпом ртуті в трубці, дорівнює атмосферному тиску. Тому стовп ртуті перебуває у спокої.

За допомогою дослідів Торрічеллі вдалося не тільки підтвердити існування атмосферного тиску, але й виміряти його. У досліді Торрічеллі висота стовпчика ртуті становила 760 мм. Це послужило підставою для твердження, що нормальний атмосферний тиск

дорівнює тиску стовпчика ртуті висотою 760 мм. Тиск цього стовпчика дорівнює:

$$p = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,76 \text{ м} = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Па} \approx 101 \text{ кПа.}$$

Тиск 1 мм рт. ст. = 133,3 Па. Спостерігаючи щодня за висотою ртутного стовпа в трубці, Торрічеллі виявив, що ця висота змінюється, тобто атмосферний тиск може збільшуватися й зменшуватися.

4. Зміна атмосферного тиску з висотою

Швидкості руху молекул, що входять до складу повітря, неоднакові. У певній частині молекул швидкість набагато вище, ніж у переважної більшості. За рахунок цього вони можуть підніматися над Землею на значну висоту. Відносна кількість таких молекул з висотою зменшується. Відповідно зменшується й створюваний ними тиск.

Атмосферний тиск зменшується при збільшенні висоти над поверхнею Землі.

Залежність атмосферного тиску від висоти над поверхнею Землі вперше виявив Блез Паскаль. Група його учнів піднялася на гору То-де-Дом (Франція) і виявила, що на вершині гори стовп ртуті на 7,5 см коротше, ніж біля її підніжжя.

Експериментально встановлено, що біля поверхні Землі при невеликих змінах висоти (у кілька сотень метрів) тиск змінюється на 1 мм рт. ст. кожні 11 м висоти.

Коли висота змінюється на десятки або сотні метрів, густину повітря приблизно можна вважати постійною. При підйомі на висоту h тиск повітря зменшується на $\Delta p = \rho gh$, де ρ — густина повітря. На рівні моря вона приблизно дорівнює $1,3 \text{ кг/м}^3$, що приблизно в 10 000 разів менше за густину ртуті. Отже, зменшенню тиску на 1 мм ртутного стовпа відповідає підйом на висоту, в 10 000 разів більшу за 1 мм, тобто приблизно на 11 м (висота триповерхового будинку).

Для більших висот — наприклад, висот гір — потрібно враховувати, що зі збільшенням висоти зменшується густина повітря, внаслідок чого тиск зі збільшенням висоти зменшується повільніше. Скажімо, при підніманні з рівня моря на 2 км тиск зменшується

приблизно на 20 кПа, а при підніманні з 8 км до 10 км тиск зменшується тільки на 9 кПа.

На верхніх поверхнях багатоповерхового будинку тиск повітря на кілька міліметрів ртутного стовпа менше, ніж на нижніх поверхнях, — це можна помітити за допомогою звичайного барометра-анероїда.

5. Вивчаємо конструкцію барометра-анероїда

Трубка Торрічеллі з лінійкою є найпростішим барометром — приладом для вимірювання атмосферного тиску.



Виміри атмосферного тиску показують, що він у місцевостях, які лежать на рівні Світового океану, у середньому дорівнює близько 760 мм рт. ст. Такий тиск при температурі ртуті 0°C називається **нормальним атмосферним тиском**.

Ртутний барометр — досить чутливий і точний прилад. Однак використання його супроводжується великими труднощами. Його незручно перевозити через велику масу. Крім того, ртуть екологічно небезпечна. Тому в практиці для вимірювання атмосферного тиску використовують металеві барометри-анероїди (у перекладі із грецької — безридинні).

Головна частина барометра-анероїда — легка, пружна, порожня усередині металева коробочка 2 з гофрованою (хвилястою) поверхнею. Повітря з коробочки відкачано. Її стінки розтягує пружна металева пластина 5. До неї за допомогою спеціального механізму прикріплена стрілка 6, що насаджена на вісь 7 (див. рисунок). Кінець стрілки пересувається по шкалі 4, розміченій у мм рт. ст. Всі деталі барометра поміщені усередину корпусу 1, закритого спереду склом 3.



Відповідно до формули $F = pS$, зміна атмосферного тиску призводитиме до зміни сили, що вдавлює стінки усередину коробочки. Отже, буде змінюватися й величина їх прогину. Рух стінок коробочки, що виникає, за допомогою механізму передається стрілці й зумовить її зрушення до іншої поділки шкали.

Спостерігаючи за барометром, ви легко виявите, що його показання міняються при зміні погоди. Перед негодою атмосферний тиск падає, а перед ясною погодою — зростає. Крім того, показання барометра залежать від висоти місця спостереження над рівнем моря. Чим вище ми будемо підніматися, тим меншим ставатиме атмосферний тиск.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Що являє собою атмосфера Землі?
- ? Чому повітря утримується біля поверхні Землі?
- ? Чому не можна досить точно обчислити атмосферний тиск?
- ? Які недоліки ртутного барометра?
- ? Яке практичне значення має вимірювання тиску барометрами?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Виразить у кілопаскалях тиск 420 мм рт. ст.
2. Виразить у міліметрах ртутного стовпа такі тиски: 20 кПа, 75 кПа.
3. Біля підніжжя гори барометр показує 740 мм рт. ст., а на вершині 720 мм рт. ст. Чому дорівнює висота гори?
4. Визначте глибину шахти, якщо на дні її барометр показує 109 297 Па, а на поверхні Землі — 103 965 Па.

2. Поміркуй і відповідай

1. На яку граничну висоту можна підняти воду поршневим насосом при нормальному атмосферному тиску?
2. Атмосфера складається з молекул, кожна з яких притягається до Землі. Чому атмосфера «не падає»?
3. Чому пасажиром у літаках далекого прямування авторучки із чорнилом треба поміщати в спеціальні поліетиленові пакетики?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 14.
2. С6-1:
 - рів1 — № 17.3, 17.4, 17.7, 17.8, 17.9.
 - рів2 — № 17.14, 17.15, 17.16, 17.20, 17.22.
 - рів3 — № 17.24, 17.25, 17.29, 17.30, 17.32.

Домашнє завдання-2

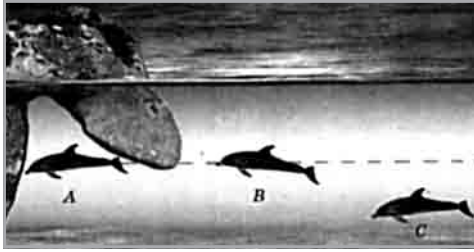
1. У-2: § 20.
2. С6-2:
 - рів1 — № 18.1, 18.2, 18.3, 18.6, 18.7.
 - рів2 — № 18.9, 18.10, 18.12, 18.14, 18.17.
 - рів3 — № 18.20, 18.21, 18.24, 18.25, 18.26.
3. Підготуватися до самостійної роботи № 13 «Тиск рідин і газів».

Завдання для самостійної роботи № 13

«Тиск рідин і газів»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Космонавт вийшов у відкритий космос із орбітальної станції.
 - А** Внаслідок охолодження тиск повітря в скафандрі космонавта збільшився.
 - Б** У відкритому космосі скафандр космонавта трохи роздувся.
 - В** У стані невагомості тиск повітря в скафандрі дорівнює нулю.
2. Виберіть правильне твердження. На рисунку зображені морська підводна печера й три дельфіни.



- А** У точках А і В тиск води на дельфінів однаковий.
Б Найменший тиск води в точці С.
В Найбільший тиск води в точці А.

Середній рівень

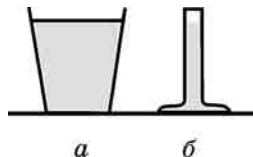
- У цистерні, наповненій нафтою, на глибині 4 м поставлений кран. Визначте тиск на кран.
- Довжина акваріума 50 см, ширина 25 см, висота 40 см. Який тиск чинить вода на дно акваріума, якщо він заповнений повністю?

Достатній рівень

- а) Ріка Нева з'єднана з великим числом каналів. Чому виникає небезпека виходу з берегів води в цих каналах при піднятті рівня води в Неві?
 б) Визначте глибину занурення батискафа в море, якщо на його ілюмінатор площею $0,12 \text{ м}^2$ тисне морська вода із силою 1,9 МН.
- а) Чи зміниться тиск води на дно цебра, якщо у воду опустити м'яч?
 б) У циліндричній посудині під шаром гасу перебуває 15-сантиметровий шар води. Об'єм гасу в три рази перевищує об'єм води. Який тиск на дно?

Високий рівень

- а) Посудини мають однакові площі дна. Що можна сказати:
 а) про маси води в посудинах; б) про тиск на дно посудин;
 в) про сили тиску на дно посудин?



- а) Чи діє закон сполучених посудин в умовах невагомості?
 б) Акваріум має форму куба з довжиною ребра 24 см. За якої товщини шару води сила тиску води на дно буде у 8 разів більше, ніж сила тиску на стінку?
- б) У ліве коліно U-подібної трубки з водою долили шар гасу висотою 20 см. На скільки підніметься рівень води в правому коліні?

Урок 16/29

Тема. Манометри. Гідравлічні машини. Насоси

Мета уроку: дати учням знання про пристрій і принцип дії рідинного й металевого манометрів; ознайомити із принципом роботи гідравлічних машин, насосів.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 13 «Тиск рідин і газів»
Демонстрації	4 хв	1. Водяной U-подібний манометр. 2. Модель металевого манометра. 3. Модель гідравлічного преса. 4. Таблиця «Насоси»
Вивчення нового матеріалу	24 хв	1. Відкритий рідинний манометр. 2. Металевий манометр. 3. Гідравлічні машини. 4. Насоси
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

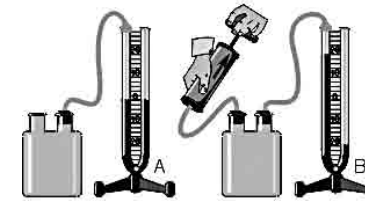
1. Відкритий рідинний манометр

Рівень рідини в сполучених посудинах залежить від зовнішнього тиску. Це явище використане для побудови рідинних манометрів — приладів для вимірювання тиску.

Рідинний манометр складається з металевого або дерев'яного вертикального корпусу, на якому закріплена U-подібна скляна трубка й шкала для вимірювання висоти рівня рідини в кожному коліні трубки.

На рисунку ви бачите U-подібний манометр із підфарбованою водою. Правий його кінець сполучається з атмосферою. За допомогою шланга до манометра приєднана посудина, що на початку дослідження сполучається з атмосферою. При цьому рівні води в манометрі перебувають біля відмітки 0 см. Потім, відкачуючи насосом

повітря, зменшують його тиск у посудині. При цьому вода в манометрі зміщується вліво. З'ясуємо, чому це відбувається.



У манометрі на праву поверхню води діє атмосферний тиск, а на ліву — менший тиск. Через нерівність тисків вода й зміщується вліво. Змістившись, вода зупиняється, отже, тиск ліворуч від точки «В» дорівнює тиску праворуч від неї. Прирівняємо ці тиски:

$$p_{\text{посудина}} + \rho g h_{\text{лів}} = \rho g h_{\text{прав}} + p_{\text{атм}}$$

У лівій частині цієї рівності записана сума тиску в посудині й тиску стовпа води ліворуч. У правій частині рівності — сума атмосферного тиску й тиску стовпа води праворуч. Підставляючи чисельні значення, одержуємо:

$$p_{\text{посудина}} + 10^3 \cdot 10 \cdot 0,5 = 10^3 \cdot 10 \cdot 0,1 + p_{\text{атм}}$$

$$\text{Звідси: } p_{\text{посудина}} = p_{\text{атм}} - 4 \cdot 10^3.$$

Рівність показує, що щодо атмосферного тиску тиск у посудині на 4 кПа менше. Це значення ми дізналися саме завдяки манометру. Легко підрахувати й абсолютний тиск у посудині: 100 кПа — 4 кПа = 96 кПа.

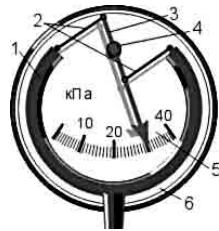
Отже, U-подібна трубка, заповнена рідиною, є приладом для вимірювання тиску — **відкритим рідинним манометром**.

2. Металевий манометр

Рідинний U-подібний манометр незручний для вимірів, тому що дозволяє одержувати значення тиску не відразу, а лише після деяких обчислень, крім того, рідину необхідно наливати до певного рівня. Із цієї причини в техніці набули поширення так звані мета-

леві деформаційні манометри, що відразу показують вимірюваний тиск.

В основі роботи деформаційного манометра лежить деформація (вигин) пружної дугоподібної трубки 1 (див. рисунок). За допомогою двох тяг 2 рух кінців трубки передається стрілці 3, що закріплена на осі 4. Кінець стрілки пересувається по шкалі 5. Трубка, стрілка й шкала поміщені усередину корпусу 6.



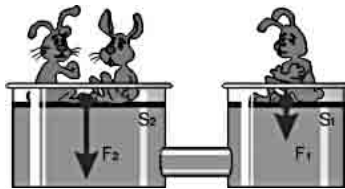
При збільшенні тиску газу усередині трубки її кінці розпрямляються й викликають зміщення стрілки вправо по шкалі. При зменшенні тиску під дією сил пружності, що діють у стінках трубки, стрілка зміститься у зворотному напрямку.

Шкала манометра проградуєвана в паскалях, кілопаскалях або атмосферах (атм).

3. Гідравлічні машини

► *Механізми, що працюють за допомогою якої-небудь рідини, називаються гідравлічними.*

Найпростіший гідравлічний механізм складається із двох циліндрів різного діаметра, обладнаних поршнями. Циліндри з'єднані між собою й заповнені рідиною, найчастіше маслом.



Якщо помістити вантаж на поршень, що закриває вузьку посудину, то поршень опуститься. Але щоб відновити рівність рівнів

рідини в посудинах, на «широкий» поршень доведеться поставити більший вантаж, ніж той, що стоїть на «вузькому» поршні.

Це легко пояснити, скориставшись законом Паскаля. Відповідно до цього закону, тиск рідини в обох колінах на одному рівні однаковий. Однак при цьому сили тиску рідини на поршні різні: при рівності тисків рідина тисне із більшою силою на поршень, що має більшу площу.

Якщо позначити площі поршнів S_1 й S_2 , а сили тиску рідини на ці поршні F_1 й F_2 , то можна записати:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Відношення F_2/F_1 характеризує вигреш у силі, отриманий у даному механізмі. З отриманої формули випливає, що вигреш у силі визначається відношенням площ S_2/S_1 .

Чим більше відношення площ поршнів, тим більше вигреш у силі.

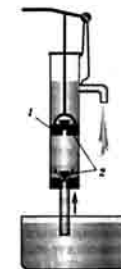
Практичним застосуванням цього правила є гідравлічний прес, підйомник і безліч інших пристроїв.

4. Насоси

Першими гідравлічними машинами, що застосовувалися ще в давнину, були насоси для подачі води у водопроводи й фонтани.

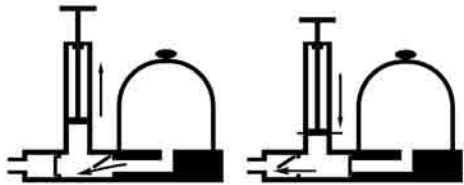
Підняття рідини за поршнем лежить в основі роботи всмоктувальних насосів, що піднімають воду з колодязів.

Насос, схематично зображений на рисунку, складається із циліндра, усередині якого ходить угору й униз припасований до стінок поршень 1.



У нижній частині циліндра й у самому поршні встановлені клапани 2, що відкриваються тільки нагору. Під час руху поршня нагору вода під дією атмосферного тиску входить у трубу, піднімає нижній клапан і рухається за поршнем.

Існують насоси, за допомогою яких зменшують тиск газу, — такі насоси називають розріджувальними. Згадайте, наприклад, насос, за допомогою якого відкачували повітря з-під скляного ковпака, щоб переконатися в тому, що для поширення звуку необхідне середовище. Схема дії такого насоса показана на рисунку.



Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чому у відкритому манометрі рівні однорідної рідини в обох колінах однакові?
- ? За яким принципом влаштований і діє металевий манометр?
- ? Які фізичні закони лежать в основі дії гідравлічної машини?
- ? За якої умови гідравлічна машина дає виграти у силі?
- ? Яке явище використовують у пристрої поршневого водяного насоса?
- ? Чим обмежується висота підняття рідини у всмоктувального насоса?

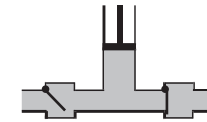
ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

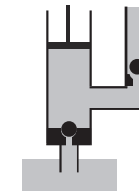
1. Якщо на менший поршень гідравлічного преса діє сила 80 Н, то на більший поршень площею 2400 см² передається сила тиску 32 кН. Яка площа меншого поршня?
2. На менший поршень гідравлічної машини площею 2 см² діє сила 50 Н. Яку силу тиску буде створювати більший поршень, площа якого 100 см²?

2. Поміркуй і відповідай

1. Куди рухається поршень насоса (див. рисунок): нагору або вниз?



2. Чому в гідравлічній машині використовують рідину, а не газ?
3. Поясніть принцип дії насоса, схема якого зображена на рисунку. Що відбудеться при переміщенні поршня вгору? Униз?



Домашнє завдання-1

1. У-1: § 13 (п. 3, 4).
2. С6-1:
 - рів1 — № 16.12, 16.17, 16.18, 17.18.
 - рів2 — № 16.30, 16.33, 16.34.
 - рів3 — № 16.46, 16.47, 16.48, 16.52.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 21 (п. 2-4), 22.
2. С6-2:
 - рів1 — № 19.1, 19.2, 19.4, 19.5, 19.7.
 - рів2 — № 19.8, 19.11, 19.13, 19.15, 19.17.
 - рів3 — № 19.18, 19.20, 19.21, 19.22, 19.23.
3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 14 «Атмосферний тиск».

Завдання для самостійної роботи № 14

«Атмосферний тиск»

Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. За допомогою барометра в класі вимірюють тиск повітря.

- А** Повітря тисне на кришку парти, але не тисне на стіни.
 - Б** На верхньому поверсі будинку школи тиск більше, ніж на нижньому.
 - В** Сили тиску повітря на кришку парти зверху й знизу практично однакові.
2. Виберіть правильне твердження. Барометр показав тиск повітря 760 мм рт. ст.
- А** Якщо підняти барометр на дах висотного будинку, показання барометра збільшиться.
 - Б** Показання барометра змінюються залежно від погоди.
 - В** Якщо опустити барометр у підвал будинку, показання барометра зменшаться.

Середній рівень

1. З якою силою тисне атмосфера на кришку парти розмірами 120 см × 60 см? Атмосферний тиск уважайте нормальним.
2. Яка глибина шахти, якщо в ній тиск повітря дорівнює 770 мм рт. ст., а на поверхні землі 750 мм рт. ст.? Температура повітря 0 °С.

Достатній рівень

1. а) Чому важко пити сире яйце, якщо в ньому є тільки один отвір? Яку роль буде грати атмосферний тиск, якщо в яйці зробити ще один отвір?
б) На якій глибині в ставку тиск у два рази більше від атмосферного?
2. а) Чому вода дуже плохо летиться з скляної пляшки? Яку роль при цьому відіграє атмосферний тиск?
б) Нирець опинився в озері на глибині, де тиск перевищує в 2,5 рази нормальний атмосферний тиск. На якій глибині опинився нирець?

Високий рівень

1. а) Який рідинний барометр більш точний — наповнений ртуттю, водою або спиртом? Чому?
б) Визначте величину атмосферного тиску на висоті 12-го поверху (висота кожного поверху 3 м), якщо на поверхні землі тиск 750 мм рт. ст.

2. а) Поясніть на основі законів фізики: а) дію медичних банок;
б) дію пристосувань для набирання чорнила в авторучку.
б) У шахті встановлений водяний барометр. Яка висота водяного стовпа в ньому, якщо атмосферний тиск у шахті дорівнює 810 мм рт. ст.?

Урок 17/30

Тема. Виштовхувальна сила. Закон Архімеда

Мета уроку: з'ясувати причини виникнення виштовхувальної сили у рідинах і газах і пояснити природу її походження.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 14 «Атмосферний тиск»
Демонстрації	4 хв	1. Дія архімедової сили в рідинах й газах. 2. Зменшення опокань динамометра під час занурення тіла у воду. 3. Вимірювання архімедової сили
Вивчення нового матеріалу	24 хв	1. Дія виштовхувальної сили на тіло, занурене в рідину. 2. Закон Архімеда
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

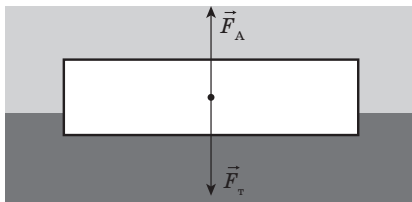
1. Дія виштовхувальної сили на тіло, занурене в рідину

Підвісимо до динамометра вантаж і відзначимо показання динамометра. Сила, з якою вантаж розтягує пружину динамометра, виявилася рівною $P_1 = 10$ Н. Опустимо цей же вантаж у воду, динамометр показує силу, з якою вантаж у воді розтягує пружину динамометра: $P_2 = 8$ Н. Отже, сила, з якою вантаж розтягує пружину динамометра, в рідині менше, ніж у повітрі.

Таким чином,

➤ на тіло, занурене в рідину, діє виштовхувальна сила.

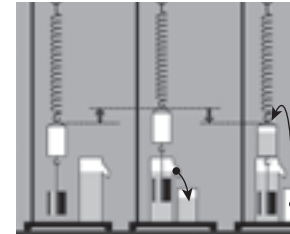
Розглянемо плаваючий на поверхні води дерев'яний брусок.



Якщо брусок перебуває в стані спокою на поверхні води, виходить, що сили, які діють на нього, врівноважують одна одну. Одна із сил — це спрямована вниз сила ваги, що діє на брусок з боку Землі. Інша сила — спрямована, мабуть, догори, і діє на брусок з боку води, виштовхуючи брусок. Тому назвемо цю силу виштовхувальною, позначивши цю силу F_A .

2. Закон Архімеда

Якщо підставити під циліндр посудину, у яку налита вода до рівня відливної трубки, то при повному зануренні циліндра об'єм витиснутої ним води дорівнює об'єму циліндра.



Якщо вилити тепер витиснуту циліндром воду зі склянки в «цебро Архімеда», то показання ваг стануть такими самими, як і до опускання циліндра у воду (див. рисунок).

Це означає, що виштовхувальна сила, яка діє на циліндр, дорівнює вазі води в об'ємі, зайнятому циліндром.

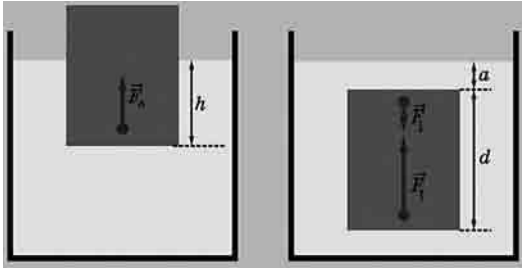
Отже, ми дійдемо висновку, що

➤ на тіло, занурене в рідину, діє виштовхувальна сила, що дорівнює вазі рідини в об'ємі, зайнятому тілом.

Уперше це було встановлено Архімедом, тому це твердження називають законом Архімеда.

Розрахуємо величину виштовхувальної сили. Позначимо a глибину, на якій перебуває верхня основа циліндра, а d — висоту циліндра (див. рисунок). Тиск рідини збільшується із глибиною, тому на нижню поверхню зануреного в рідину тіла рідина тисне із більшою силою, ніж на верхню. На верхню основу циліндра діє спрямована вниз сила тиску рідини $F_{\downarrow} = \rho_b g a S$, а на нижню основу — спрямована угору сила тиску рідини $F_{\uparrow} = \rho_b g (a + d) S$. Рівнодійна цих сил $F_A = F_{\uparrow} - F_{\downarrow} = \rho_b g d S = \rho_b g V$, де V — об'єм циліндра,

тобто дорівнює вазі рідини в об'ємі, рівному об'єму всього циліндра.



Досліди й розрахунки показують, що закон Архімеда справедливий не тільки для рідин, але й для газів:

➤ на тіло, що перебуває в газі, діє виштовхувальна сила, що дорівнює вазі газу в об'ємі тіла.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Які спостереження вказують на існування виштовхувальної сили?
- ? Чим пояснюється збільшення тиску рідини із глибиною?
- ? Які сили діють на тіло, занурене в рідину?
- ? Чому в розрахунку не враховуються бічні сили?
- ? Чому виникнення архімедової сили пов'язують із дією закону Паскаля?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Яка архімедова сила діє на суцільний брусок масою 540 г, якщо він повністю занурений у воду?

Розв'язання. Для знаходження шуканої сили скористаємося законом Архімеда $F_A = \rho_{\text{ж}} V g$. Оскільки брусок повністю занурений у воду, то об'єм води, витиснутої бруском, дорівнює об'єму бруска. Об'єм бруска можна знайти через його масу й густину: $V = m / \rho$. Тоді архімедова сила дорівнює:

$$F_A = \frac{\rho_{\text{ж}} m g}{\rho}$$

Перевірка одиниць:

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

Обчислюємо шукану величину:

$$F_A = \frac{10^3 \cdot 0,54 \cdot 10}{2700} = 2 \text{ (Н)}.$$

2. Якщо підвішений до динамометра брусок занурюють у воду, динамометр показує 34 Н, якщо в гас — динамометр показує 38 Н. Які маса й густина бруска?

2. Поміркуй і відповідай

1. Кинуті в посудину з рідиною дві суцільні однакові кульки розташувалися, як показано на рисунку. Чи однакові виштовхувальні сили діють на ці кульки?



2. Алюмінієвий і мідний бруски мають однакові маси. Який з них легше підняти у воді?
3. Чи діє архімедова сила в умовах невагомості?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 15.
2. Сб-1:

рів1 — № 18.2, 18.3, 18.6, 18.13, 18.15.

рів2 — № 18.19, 18.24, 18.26, 18.31, 18.32.

рів3 — № 18.39, 18.42, 18.44, 18.52, 18.53.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 22.
2. Сб-2:

рів1 — № 20.1, 20.2, 20.3, 20.4, 20.5.

рів2 — № 20.8, 20.11, 20.12, 20.13, 20.16.

рів3 — № 20.23, 20.25, 20.27, 20.28, 20.29.

Урок 18/31

Тема. Лабораторна робота № 9 «Визначення густини тіла гідростатичним методом»

Мета уроку: виміряти густину речовини, з якого складається тверде тіло, методом гідростатичного зважування.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: динамометр, три тіла невідомої густини, посудина з водою, штатив.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Закріпіть динамометр у штативі, зважте за допомогою динамометра одне із запропонованих вам тіл і запишіть у зошит для лабораторних робіт його вагу P .
- Піднесіть до тіла знизу посудину з водою так, щоб тіло повністю поринуло у воду. Запишіть показання динамометра P' для цього випадку.
- Скориставшись формулою $\rho = \rho_{\text{в}} \frac{P}{P - P'}$, визначте густину даного вам тіла ρ . Вважайте, що густина води дорівнює $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$.
- Повторіть дослід для решти тіл.
- Результати вимірів й обчислень запишіть у таблицю.

№ досліду	Найменування тіла	P , Н	P' , Н	Густина тіла, кг/м^3
1				
2				
3				

- Порівняйте отримане значення густини з табличними значеннями густини й установіть, з якої речовини складається досліджуване тверде тіло.
- Наприкінці уроку можна запропонувати учням виконати самостійну роботу № 9.

Урок 19/32

Тема. Умови плавання тіл

Мета уроку: дати учням знання про умови плавання тіл; установити співвідношення між густиною тіла й рідини (або газу), необхідне для забезпечення умови плавання тел.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Сформулюйте закон Архімеда для тіла, зануреного в рідину. 2. Від яких величин залежить архімедова сила? Від яких величин вона не залежить? 3. Чи однакова архімедова сила діє на те саме тіло, занурене у воду, на Землі й на Місяці?
Демонстрації	5 хв	1. Плавання дерев'яних брусків з різних порід дерева. 2. Плавання картоплини усередині розчину солі. 3. Залежність плавання тіл від густини їхніх речовин
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Плавання однорідних тіл. 2. Плавання суцільних тіл на поверхні води. 3. Плавання судів. 4. Повітроплавання
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Плавання однорідних тіл

Подивіться на рисунок: гарне явище — айсберг, що плаває в океані.

Однак чи знаєте ви, що нашим очам з'являється лише $1/10$ частина всього айсберга, а $9/10$ — сховані водою. Але якщо у воді буде плавати колода, то вона буде занурена приблизно до половини — гляньте на рисунок. Чому ж вода приховує від нас тільки половину колоди, а айсберг — майже цілком? Спробуємо з'ясувати.



Оскільки на будь-яке тіло, що перебуває в рідині, діють дві сили: F_T , — сила тяжіння, спрямована вертикально вниз, і F_A — виштовхувальна сила, спрямована вертикально угору, то поведіння тіла в рідині буде залежати від співвідношення цих сил. Якщо ці сили рівні, тобто $F_T = F_A$, то тіло перебуватиме в рівновазі всередині рідини — тіло плаває.

► Якщо сила ваги більше виштовхувальної сили, тобто $F_T > F_A$, то тіло тоне.

► Якщо сила ваги менше виштовхувальної сили, тобто $F_T < F_A$, то тіло спливає.

Для суцільного однорідного тіла (зробленого з однієї речовини або матеріалу) $m = \rho_T V$, де V — об'єм тіла, ρ_T — його густина, тому $F_T = \rho_T V g$. Виштовхувальна ж сила, якщо тіло занурене в рідину повністю, дорівнює $F_A = \rho_p g V$, де ρ_p — густина рідини.

Порівняйте тепер вирази для сили ваги F_T й виштовхувальної сили F_A , — ви побачите, що вони відрізняються тільки тим, що в перший з них входить густина ρ_T , тіла а в другий — густина рідини ρ_p . Звідси одержуємо умови плавання однорідних суцільних тіл:

► якщо $\rho_T > \rho_p$, то $F_T > F_A \Rightarrow$ тіло тоне,

якщо $\rho_T < \rho_p$, то $F_T < F_A \Rightarrow$ тіло спливає,

якщо $\rho_T = \rho_p$, то $F_T = F_A \Rightarrow$ тіло перебуває в рівновазі.

2. Плавання суцільних тіл на поверхні води

А тепер відповімо на запитання: чому соснова колода плаває, поринувши приблизно наполовину, а айсберг плаває, занурившись у воду майже повністю?

Знайдемо, яка частина об'єму плаваючого тіла занурена у воду. Позначимо об'єм усього тіла V , а об'єм зануреної у воду частини тіла V' . Умова плавання тіла: $mg = F_A$ або $\rho_T V g = \rho_p V' g$. Звідси випливає, що $\frac{V'}{V} = \frac{\rho_T}{\rho_p}$. Це співвідношення й дає відповідь на поставлені вище питання.

Наприклад, плаває на поверхні соснова колода. Тоді, $V' = \frac{\rho_T}{\rho_p} V = \frac{400}{1000} V = 0,4V$, тобто соснова колода плаває, поринувши у воду на 0,4 свого об'єму.

А от, якщо у воді плаває крижина, то $V' = \frac{900}{1000} V = 0,9V$, тому тільки одна десята всього об'єму айсберга височіє над поверхнею води, а дев'ять десятих його об'єму ховаються під водою. Тому айсберги дуже небезпечні для судів.

3. Плавання судів

Пластинка з жерсті або фольги тоне у воді. Але, якщо додати фользі форму коробки (або кораблика), то коробка буде плавати. Це явище лежить в основі будови сучасних судів, для виготовлення яких використовуються різні матеріали. Корпус корабля звичайно роблять зі сталевих листів, всі внутрішні кріплення, що надають судам міцність, також виготовляють із металів. На спорудження судів ідуть десятки інших матеріалів, що мають, порівняно з водою, як більшу, так і меншу густину. Але за рахунок того, що об'єм судна досить великий, його середня густина менше густини води. Завдяки цьому й виникає більша виштовхувальна сила.

Найбільша глибина, на яку може поринути судно при повному завантаженні (його осадка), відзначається на корпусі судна особливою лінією, що одержала назву **ватерлінії**.

За висотою ватерлінії над поверхнею води завжди можна визначити, завантажене судно чи йде порожняком.



- Масу води, що витісняється повністю завантаженим кораблем, називають **водотонажністю судна**.

Водотонажність судна збігається з його власною масою (разом з вантажем) і звичайно виражається в тонах. Наприклад, водотонажність танкера-гіганта становить більше 640 тис. тон.

- **Водотонажність океанського пасажирського лайнера — десятки тисяч тон, а невеликої яхти — кілька тон.**

Вантажопідйомність судна дорівнює різниці між водотонажністю судна й масою цього судна без вантажу.

Вантажопідйомність показує вага вантажу, перевезеного судном.

4. Повітроплавання

Як відомо, на тіло, що перебуває в газі, діє виштовхувальна сила, що дорівнює вазі газу в об'ємі тіла.

Існування цієї виштовхувальної сили наочно доводять повітряні кулі. Саме вона й тримає ці кулі в повітрі, урівноважуючи силу тяжіння.

Кулі, наповнені нагрітим повітрям, зручні тим, що температуру повітря в них, а отже, і виштовхувальну силу, можна регулювати за допомогою газового пальника, розташованого під отвором, що знаходиться в нижній частині кулі. Можна підібрати таку температуру, за якої вага кулі й кабіни дорівнюватиме виштовхувальній силі, тоді куля повисає в повітрі, і з неї легко проводити спостереження.

Повітряна куля може піднімати деякий вантаж: кабіну, людей і прилади.



- Різниця між вагою 1 м^3 повітря й вагою такого ж об'єму газу називають **піднімальною силою**.

Для зручності розраховують піднімальну силу, що відноситься до об'єму 1 м^3 .

Наприклад, водень об'ємом 1 м^3 важить при нормальному тиску $0,9 \text{ Н}$, повітря такого ж об'єму важить 13 Н . Отже, піднімальна сила 1 м^3 водню дорівнює $12,1 \text{ Н}$. Піднімальна сила 1 м^3 гелію дорівнює $11,2 \text{ Н}$ ($13 \text{ Н} - 1,8 \text{ Н}$). Піднімальна сила водню більше підімальної сили гелію, але для наповнення повітряних куль зручніший гелій, тому що він не горить і тому безпечніший.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чим визначається, чи буде суцільне тіло, повністю занурене у воду, тонути або спливати? Наведіть приклади, що ілюструють вашу відповідь.
- ? На чому ґрунтується плавання судів?
- ? Які гази використовують для наповнення оболонки аеростата?
- ? Чому висота польоту повітряної кулі обмежена?
- ? Водотонажність морського судна дорівнює 100 тис. тон. Що це значить?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Повітряна куля об'ємом 200 м^3 наповнена воднем. Маса оболонки кулі 10 кг . Який вантаж може підняти цю кулю?

Розв'язок. Маса водню $m = \rho_V V$. Виштовхувальна сила дорівнює $F_A = \rho_{\text{пов}} g V$. Піднімальна сила кулі (вага вантажу, що може підняти кулю):

$$F = Mg = F_A - mg - m_{\text{об}} g = \rho_{\text{пов}} g V - \rho V g - m_{\text{об}} g = (\rho_{\text{пов}} - \rho) V g - m_{\text{об}} g.$$

Звідси

$$M = (\rho_{\text{пов}} - \rho) V - m_{\text{об}}.$$

Перевірка одиниць величин:

$$[M] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 - \text{кг} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу вантажу:

$$M = (1,29 - 0,09) \cdot 200 - 10 = 230 \text{ (кг)}.$$

- Тіло масою 0,5 кг при повному зануренні витісняє 600 см³ рідини. Чи буде воно плавати у воді? У гасі?
- На скільки збільшується осадка річкового теплохода, що прийняв вантаж 400 т, якщо площа перерізу корпусу теплохода на рівні води дорівнює 1600 м²?

2. Поміркуй і відповідай

- Чи буде мідна кулька плавати у ртуті?
- Чому тоне корабель, що одержав пробоїну?
- Як зміниться осадка корабля при переході з ріки в море?
- У ртуть опустили мідну, срібну й золоту кульки. Які з них будуть плавати, а які — потонуть?

Домашнє завдання-1

- У-1: § 16.
- С6-1:

рів1 — № 18.4, 18.5, 18.12, 18.16, 18.18.

рів2 — № 18.22, 18.27, 18.29, 18.33, 18.36.

рів3 — № 18.45, 18.49, 18.50, 18.55, 18.58.

Домашнє завдання-2

- У-2: §§ 24, 25.
- С6-2:

рів1 — № 21.1, 21.2, 21.3, 21.7, 21.8.

рів2 — № 21.12, 21.13, 21.14, 21.16, 21.17.

рів3 — № 21.19, 21.21, 21.23, 21.24, 21.25.

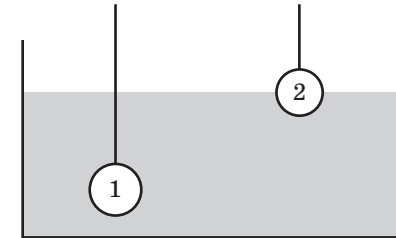
- Д:** Підготуватися до самостійної роботи № 15 «Закон Архімеда. Умова плавання тіл».

Завдання для самостійної роботи № 15

«Закон Архімеда. Умова плавання тіл»

Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. На яке із двох однакових тіл діє більша виштовхувальна сила (див. рисунок)?



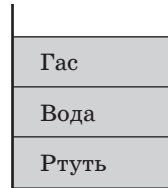
- На перше тіло;
 - на друге тіло;
 - на обидва тіла однакові.
- Виберіть правильне твердження. У якій рідині буде плавати парафінова свічка?
 - У гасі;
 - бензині;
 - в воді.

Середній рівень

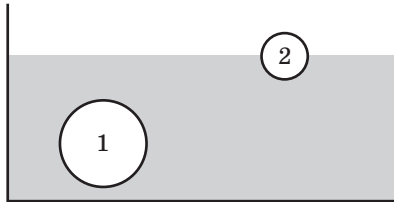
- а) Наведіть приклади, які підтверджують існування виштовхувальної сили, що діє на тіла, занурені в рідину або газ.
б) Яка піднімальна сила повітряної кульки масою 6 г, якщо з боку повітря на нього діє виштовхувальна сила 0,1 Н?
- а) Чому цвях у воді тоне, а важка металева яхта ні?
б) Пліт, що пливе річкою, має площу 6 м². Після того як на нього помістили вантаж, його осадка збільшилася на 15 см. Яка вага поміщеного на пліт вантажу?

Достатній рівень

1. а) У посудині знаходяться три рідини (див. рисунок), що не змішуються між собою. Де опиняться кинуті в посудину золоте кільце, свинцева куля, крижинка й пробка?



- б) Яку силу треба прикласти до коркового куба з ребром 0,5 м, щоб утримати його під водою?
2. а) Чи однакова архімедова сила діє на обидва тіла, опущені у воду (див. рисунок)? Поясніть свою відповідь.

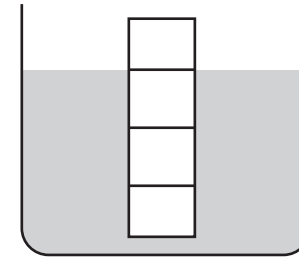


- б) При зважуванні тіла в повітрі динамометр показав 4,4 Н, а у воді — 1,6 Н. Визначте об'єм тіла.

Високий рівень

1. а) Чому підводним човнам забороняється лягати на дно, якщо воно піщане або мулисте?
- б) Коли підвішений до динамометра суцільний вантаж опускають у воду, динамометр показує 34 Н, а коли вантаж опускають у гас, динамометр показує 38 Н. Які маса й густина вантажу?
2. а) Суцільні кулі — алюмінієва і сталева — урівноважені на важелі. Чи порушиться рівновага, якщо обидві кулі занурити у воду? Розгляньте випадки: а) коли кулі мають однакову масу; б) коли кулі мають однаковий об'єм.

- б) Деяке тіло, виготовлене у формі циліндра, плаває у воді, як показано на рисунку. Визначте густину цього тіла.



Урок 20/33

Тема. Узагальнюючий урок

Мета уроку: повторити й узагальнити основні положення теми «Архімедова сила. Плавання тіл»; підготувати учнів до тематичної атестації за розділом «Взаємодія тіл».

Тип уроку: урок закріплення знань.

План уроку

Контроль знань	12 хв	Самостійна робота № 15 «Закон Архімеда. Умова плавання тіл» — 12 хв (робота проводиться наприкінці уроку)
-----------------------	--------------	---

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На цьому уроці вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал за розділом «Взаємодія тіл» і підготувати учнів до тематичного оцінювання знань.

Повторення має включати питання, що зв'язують окремі частини розділу. Більшу частину уроку варто присвятити розв'язанню якісних задач, тому що це дозволить залучити до роботи весь клас: у суперечках і дискусіях народжується істина, й усуваються прогалини в знаннях.

Учитель повинен звернути увагу учнів на ті питання розділу, які, на його думку, слабше ними засвоєні. Узагальнюючи вивчений матеріал, можна запропонувати учням завдання у вигляді тестів. Розглянемо кілька прикладів таких завдань.

ТРЕНУВАЛЬНІ ТЕСТИ

- Людина, що біжить, спіткнувшись, падає вперед. Це відбувається тому, що... (виберіть правильне твердження):
 - А** На людину діє сила пружності з боку дороги;
 - Б** на людину діє спрямована вперед сила тертя;
 - В** ноги людини продовжують за інерцією рухатися вперед;
 - Г** тіло людини продовжує за інерцією рухатися вперед.
- На столі лежить брусок масою 500 г. Виберіть правильне твердження.
 - А** Вага бруска більше 5 Н.
 - Б** На брусок діє сила ваги, менша 4 Н.

- В** Вага бруска дорівнює силі ваги, що діє на брусок.
 - Г** Сила ваги спрямована вертикально угору.
- Барометр у квартирі показує 100 кПа. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - А** Якщо ввімкнути опалення, показання барометра збільшаться.
 - Б** Повітря тисне на кришку стола площею 2 м² із силою 50 кН.
 - В** Атмосферний тиск не діє на риб в акваріумі.
 - Г** Тиск в акваріумі на глибині 50 см дорівнює 105 кПа.
 - Колона, площа основи якої 0,5 м², чинить на ґрунт тиск 5 МПа. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - А** Вага колони дорівнює 10 МН.
 - Б** Маса колони більше 200 т.
 - В** Сила тиску колони на ґрунт менше 5МН.
 - Г** Маса колони більше 300 т.
 - Куля масою 300 г має об'єм 600 см³. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - А** Коли куля плаває, сила Архімеда врівноважує силу ваги.
 - Б** Ця куля може плавати у воді, поринувши наполовину.
 - В** Ця куля тоне у ртуті.
 - Г** Ця куля може плавати в гасі.
 - У посудині, наполовину заповненій водою, плаває кубик льоду. У посудину доливають гас (він не змішується з водою). Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - А** При доливанні гасу кубик опускається.
 - Б** Кубик плаває на границі між водою й гасом.
 - В** Коли шар гасу покриє кубик, більше 40 % об'єму кубика буде перебувати вище границі розділу вода — гас.
 - Г** Плаваючий кубик перебуває в стані невагомості.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6
Г	В	Г	БВ	АБГ	БВ

Наступну частину уроку можна присвятити розв'язанню задач на закон Архімеда й плавання тіл.

1. Чи діє сила Архімеда в умовах невагомості?

Розв'язок. Сила Архімеда виникає внаслідок того, що тиск рідини на різні ділянки поверхні тіла неоднаковий: відповідно до формули $p = \rho gh$ тиск зростає із глибиною. У невагомості ваговий тиск рідини відсутній, тиск рідини у всіх точках однаковий. Тому сила Архімеда відсутня.

2. Плоска крижина, що пливе по ріці, виступає над водою на 5 см. Чи пройде вона над мілиною, де глибина ріки 40 см? (*Відповідь:* ні)

3. Скільки туристів можуть, не замочивши ноги, переправитися через ріку на плоті з десяти дубових колод об'ємом $0,3 \text{ м}^3$ кожна? Середня маса туриста з рюкзаком 75 кг. (*Відповідь:* 8)

4. Одна із двох однакових пробок плаває в гасі, а інша — у воді. На яку із пробок діє більша виштовхувальна сила? У скільки разів більша? (*Відповідь:* виштовхувальні сили однакові)

На завершення уроку можна провести самостійну роботу № 15 «Закон Архімеда. Умова плавання тіл». (Якщо вчитель не встигне дати самостійну роботу на уроці, то можна запропонувати учням виконати її вдома.)

Домашнє завдання-1

Підготуватися до тематичного оцінювання знань

Урок 21/34

Тема. Тематичне оцінювання за темою «Взаємодія тіл»

Мета уроку: оцінити знання, уміння й навички учнів з вивченої теми.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

План уроку

Тематичне оцінювання знань, умінь і навичок учнів здійснюється різними способами:

- 1) письмова контрольна робота;
- 2) усний фронтальний підсумковий залік;
- 3) письмовий тематичний залік;
- 4) тестування.

Шаблон у контролі знань неприпустимий. Необхідно перевірити не тільки запам'ятовування, але й ступінь осмислення навчального матеріалу.

Тематичне оцінювання рекомендується проводити різними способами. Наприклад, тестування учнів можна виконати на уроці в класі, а контрольну роботу задати додому. Можна контрольну роботу провести в класі, а тестування задати додому. Якщо є можливість, то й тестування й контрольну роботу можна провести в класі на двох уроках.

Об'єктивність контролю, таким чином, збільшується.

Тестування має деякі переваги порівняно з традиційними способами контролю навчальних досягнень учнів:

- оцінка учнів не залежить від суб'єктивності того, хто перевіряє;
- база тестових завдань є відкритою й доступною для всіх (тести надруковані у вигляді збірників), завдяки чому можна заздалегідь підготуватися до тестування;
- використання елементів тестових завдань безпосередньо на уроках підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує оперативний зворотний зв'язок між учителем й учнями;
- результати тестування дають можливість глибше проаналізувати рівень знань учнів, що дозволяє виробити більш конкретні рекомендації щодо корекції змісту навчального процесу.

У процесі тестування кожен учень самостійно вибирає тільки ті завдання, рівень яких, на його думку, відповідає рівню його навчальних досягнень.

Записуючи відповіді на завдання тесту, учень обводить букви, що відповідають твердженням, які він вважає правильними,

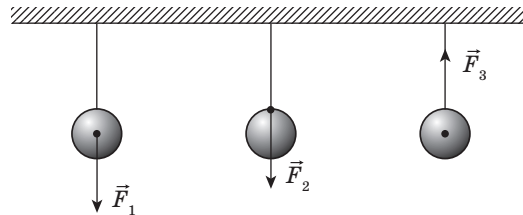
й закреслює букви, що відповідають твердженням, які він визнає неправильними.

Як приклад наведемо два варіанти тестів.

Варіант 1

Початковий рівень

1. (0,5 б.) На рисунку зображені сили, що діють на кульку, підвішену на нитці. Виберіть правильне твердження.



- А Сила \vec{F}_1 — вага тіла.
 Б Сила \vec{F}_2 — сила тяжіння.
 В Сила \vec{F}_3 — сила натягу нитки.
 Г З боку кульки на нитку діє сила ваги.
2. (0,5 б.) У воду кидають два бруски — корковий і сосновий. Виберіть правильне твердження.
 А Один із брусків тоне у воді, а інший плаває.
 Б Корковий брусок плаває, частково поринувши у воду.
 В Обидва бруски тонуть у воді.
 Г Сосновий брусок плаває, повністю поринувши у воду.
3. (0,5 б.) Санки з'їжджають із гори. Виберіть правильне твердження.
 А При спуску санки перебувають у стані невагомості.
 Б Сила тертя спрямована уздовж схилу вниз.
 В Сила реакції опори спрямована вертикально нагору.
 Г Сила тертя спрямована уздовж схилу нагору.

Середній рівень

4. (1 б.) Розміри бруска $10 \times 15 \times 30$ см, його маса — 18 кг. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 А Тиск бруска на підлогу не може перевищувати 15 кПа.

- Б Тиск бруска на підлогу тим більше, чим більше площа опори.
 В Вага бруска менше 20 Н.
 Г Тиск бруска на підлогу не може перевищувати 10 кПа.
5. (1 б.) Куля масою 800 г при повному зануренні витісняє 900 см^3 рідини. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 А Ця куля може плавати в гасі.
 Б Ця куля може плавати у воді.
 В Коли куля плаває у воді, об'єм її надводної частини 200 см^3 .
 Г Якщо підсолити воду, у якій плаває куля, вона порине у воду на більшу глибину.
6. (1 б.) Спіле яблуко, відірвавшись від гілки дерева, падає на землю. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 А Швидкість падаючого яблука зменшується.
 Б Яблуко падає під дією сили ваги.
 В Сила ваги вимірюється в кілограмах.
 Г Коли яблуко впало на землю, сила ваги на нього діяти перестала.

Достатній рівень

7. (2 б.) Динамометр, до якого підвішений нерухомий вантаж, показує силу 2,5 Н. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 А Маса вантажу більше 1 кг.
 Б На вантаж діє з боку динамометра сила, менша 2,5 Н.
 В Маса вантажу менше 200 г.
 Г Вага вантажу дорівнює 2,5 Н.
8. (2 б.) У пляшку із площею дна 30 см^2 долили воду так, що її рівень підвищився на 10 см. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 А Тиск на дно пляшки збільшився більш ніж на 100 Па.
 Б Сила тиску на дно пляшки збільшилася більш ніж на 2 Н.
 В Сила тиску на дно пляшки збільшилася більш ніж на 5 Н.
 Г Тиск на дно пляшки збільшився більш ніж на 500 Па.

9. (2 б.) Колода масою 400 кг плаває в озері, наполовину занурившись у воду. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Маса витиснутої колодою води більше маси колоди.
- Б Якщо до колоди прикласти силу 2 кН, спрямовану вертикально вниз, колода повністю порине у воду.
- В Густина колоди дорівнює 500 кг/м³.
- Г У морській воді колода плавала б, поринувши більш ніж наполовину.

Високий рівень

10. (3 б.) Намагаючись зрушити з місця шафу, на неї діють горизонтальною силою F , поступово збільшуючи її. Уважаючи, що шафа зрушила з місця при силі 100 Н, відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Сила тертя ковзання 100 Н.
- Б Якщо сила F дорівнює 50 Н, то сила тертя спокою дорівнює нулю.
- В При збільшенні сили F до 150 Н сила тертя ковзання збільшується до значення 150 Н.
- Г Доти, поки прикладена до шафи сила $F < F_{\text{тер.ск}}$, на шафу з боку підлоги буде діяти сила тертя спокою $F_{\text{тер.сп}} = F$.

11. (3 б.) Баржа масою 1000 т вийшла з ріки в море. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Об'єм витиснутої води зменшився.
- Б Осадка баржі збільшилася.
- В Щоб осадка не змінилося, треба прийняти на борт ще приблизно 30 т вантажу.
- Г Маса витиснутої води збільшилася.

12. (3 б.) Коли підвішений до динамометра вантаж повністю занурюють у воду, динамометр показує 15 Н, а коли вантаж повністю занурюють у машинне масло, динамометр показує 16 Н. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Об'єм вантажу дорівнює 1,5 дм³.
- Б Вага вантажу в повітрі дорівнює 25 Н.
- В Вантаж може плавати в ртуті.
- Г Якщо вантаж порожній, він може бути чавунним.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
В	Б	Г	А	Б	Б	Г	АБГ	В	АГ	АВ	БВГ

Варіант 2

Початковий рівень

1. (0,5 б.) У побуті й техніці часто зустрічаються сполучені посудини. Виберіть правильне твердження.

- А Наповнена водою ванна й водопровід.
- Б Колодязь у дворі й бак з водою на кухні сільського будинку.
- В Сусідні шлюзи на ріці при закритих воротах і заслінках.
- Г Кавник з носиком.

2. (0,5 б.) Хлопчик підняв на березі камінь і кинув його у воду біля берега. Потім він увійшов у воду й підняв камінь з дна. Виберіть правильне твердження.

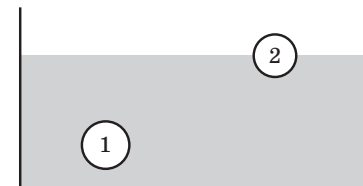
- А Підняти камінь у воді складніше, ніж на березі.
- Б У воді на камінь діє менша сила ваги, ніж у повітрі.
- В Архімедова сила заважає підняти камінь у воді.
- Г У воді на камінь діє архімедова сила.

3. (0,5 б.) До пружини підвішений вантаж вагою 3 Н. Виберіть правильне твердження.

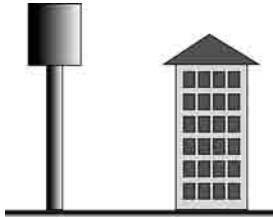
- А Сила ваги, що діє на вантаж, дорівнює 3 Н.
- Б Маса вантажу 3 кг.
- В Модуль сили пружності не залежить від видовження пружини.
- Г Сила пружності менше ваги вантажу.

Середній рівень

4. (1 б.) Кинуті в посудину з рідиною суцільні кульки розташувалися, як показано на рисунку. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.



- А На першу кульку діє тільки сила ваги.
 Б Густина другої кульки більше за густину рідини.
 В Густина першої кульки менше за густину другої.
 Г Густина першої кульки дорівнює густині рідини.
5. (1 б.) На рисунку зображена водонапірна башта, що забезпечує подачу води в шестиповерховий будинок висотою 20 м. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.



- А Чим вище вежа, тим менше тиск води у водопровідній системі.
 Б Висота вежі не менше 20 м.
 В Тиск води в трубах на рівні землі має перевищувати 100 кПа.
 Г Тиск води в трубах на рівні землі має перевищувати 150 кПа.
6. (1 б.) Надувний пліт об'ємом 1 м^3 має масу 200 кг. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А Пліт може плавати з вантажем масою 900 кг.
 Б Чим більше вага людей на пливучому плоті, тим більше архімедова сила, що діє на пліт.
 В Пліт може плавати з вантажем масою 500 кг.
 Г Плаваючи в ріці без вантажу, пліт може витиснути 1 м^3 води.

Достатній рівень

7. (2 б.) За допомогою гідравлічного домкрата піднімають вантаж масою 3 т. Площі малого й великого поршнів рівні 5 см^2 й 300 см^2 . Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А До малого поршня прикладають силу, меншу за 400 Н.
 Б До малого поршня прикладають силу, меншу за 100 Н.

- В Тиск рідини усередині домкрата більше 5 МПа.
 Г Тиск рідини на великий поршень більше, ніж на малий.
8. (2 б.) При пострілі з рушниці виникає віддача. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А Швидкість віддачі тим більше, чим більше маса рушниці.
 Б Швидкість віддачі не залежить від маси рушниці.
 В Швидкість віддачі тим більше, чим більше маса кулі.
 Г Швидкість віддачі тим більше, чим більше швидкість вильоту кулі.
9. (2 б.) Коли підвішений до динамометра вантаж повністю занурили у воду, показання динамометра зменшилися на одну чверть. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А Вантаж може бути алюмінієвим.
 Б Вантаж може плавати в ртуті.
 В Якщо вантаж опустити в гас, показання динамометр зменшаться менше ніж на 25 %.
 Г Якщо вантаж суцільний, його густина дорівнює 1250 кг/м^3 .
- #### Високий рівень
10. (3 б.) Коли брусок тягнуть уздовж поверхні стола, прикладаючи горизонтальну силу 5 Н, він рівномірно ковзає по столу. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А На брусок діє сила тертя 10 Н.
 Б Якщо до бруска в стані спокою прикласти горизонтальну силу 3 Н, то брусок буде нерухомим.
 В Якщо до бруска в стані спокою прикласти горизонтальну силу 10 Н, то швидкість бруска буде збільшуватися.
 Г Якщо до бруска в стані спокою прикласти горизонтальну силу 10 Н, то сила тертя, що діє на брусок, буде дорівнювати 10 Н.
11. (3 б.) Водолаз зважує знайдений на дні металевий брусок прямо у воді, поклавши його на ліву шальку важільних ваг. Ваги врівноважені, коли на правій шальці стоїть мідна гиря масою 1 кг. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А Якщо брусок мідний, його маса дорівнює 1 кг.
 Б Якщо брусок сталевий, його маса більше 1 кг.

В Якщо брусок золотий, його маса більше 1 кг.

Г Якщо брусок нікелевий, його маса менше 1 кг.

12. (3 б.) За допомогою гідравлічного підйомника треба підняти вантаж масою 2 т на 1 см. Площі поршнів підйомника дорівнюють 5 см^2 і 200 см^2 . Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

А Малий поршень варто перемістити на 40 см.

Б Сила, прикладена до малого поршня, повинна перевищувати 1 кН.

В Сила, прикладена до малого поршня, повинна перевищувати 800 Н.

Г Тиск масла в працюючому підйомнику більше 5 МПа.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Г	Г	А	Г	БВГ	БВ	—	ВГ	БВ	БВ	АБ	А

Далі як приклад розглянемо два варіанти контрольної роботи. Учитель може запропонувати учневі самому вибрати рівень складності того або іншого варіанта контрольної роботи.

Тематична контрольна робота

Варіант 1

Початковий рівень

- М'яч скочується з гірки. Виберіть правильне твердження.
 - Сила тертя, що діє на м'яч, спрямована у бік руху.
 - М'яч котиться за інерцією.
 - Сила пружності, що діє на м'яч із боку схилу, спрямована у бік руху.
 - Сила ваги, що діє на м'яч, спрямована вниз.
- По дуже тонкому льоду безпечніше не йти, а повзти. Виберіть правильне твердження.
 - Людина, що повзе, тисне на лід з меншою силою, ніж та, що йде.
 - У людини, що йде, площа опори більше, ніж у тієї, що повзе.
 - Вага людини, що повзе, менше, ніж тієї, що йде.

Г Людина, що повзе, чинить на лід менший тиск, ніж та, що йде.

3. На рисунку зображений маятник, що робить за 10 с 20 коливань. Виберіть правильне твердження.



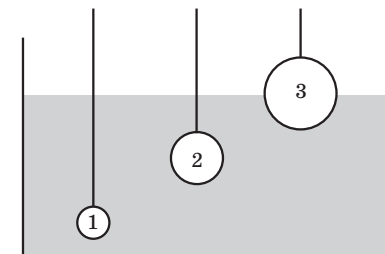
А Зі збільшенням амплітуди коливань період коливань маятника зменшується.

Б Період коливань маятника 2 с.

В Частота коливань маятника 0,5 Гц.

Г Період коливань маятника не залежить від маси вантажу.

4. У воду занурені три суцільні сталеві кульки на нитках (див. рисунок). Виберіть правильне твердження.



А Архімедова сила діє тільки на кульку 1.

Б Густина води більше, ніж густина сталі.

В У випадку обриву нитки кожна з кульок потоне.

Г Архімедова сила, що діє на кожен кульку, менше ваги витиснутої цією кулькою води.

Середній рівень

1. Чому санки легше тягти по снігу, ніж по землі? Відповідь поясніть.
2. Знайдіть вагу 20 л гасу. До чого прикладена ця сила? Зобразіть цю силу на кресленні.
3. Чому, якщо писати олівцем по склу, не залишається сліду? Відповідь поясніть.
4. Яка виштовхувальна сила діє в повітрі на кулю об'ємом 200 м³?

Достатній рівень

1. На парашуті опускається людина масою 60 кг. Чому дорівнює вага й сила ваги, що діє на людину? До чого прикладена кожна із цих сил? Зобразіть їх на кресленні. Чому дорівнюватиме вага й сила ваги, що діє на людину, під час зтяжнього стрибка (див. рисунок)?



2. Яку роль відіграє атмосферний тиск, коли слон п'є воду на водопій (див. рисунок)?



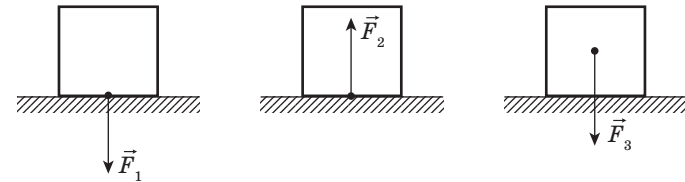
3. Яке призначення наперстка, що надягають на палець під час шиття голкою?
4. Яку силу потрібно прикласти, щоб утримати у воді сталеву рейку об'ємом 0,7 м³?

Високий рівень

1. Поїзд вагою 20 МН рухається по горизонтальній ділянці шляху з постійною швидкістю. Визначити силу тяги тепловоза, якщо сила тертя становить 0,005 його ваги.
2. Число молекул газу, що знаходиться в закритій посудині, при нагріванні не збільшується. Чому ж тоді тиск газу в посудині росте?
3. Вода через невеликий отвір, пророблений у дні посудини, випливає за 5 хв. Чи зміниться час витікання води при зміні атмосферного тиску?
4. Коли підвішене до динамометра суцільне тіло опустили у воду, динамометр показав 24 Н, а коли тіло опустили в гас, динамометр показав 28 Н. Визначте масу цього тіла і його густину.

Варіант 2**Початковий рівень**

1. На рисунках зображені деякі із сил, що діють на тіло й опору. Виберіть правильне твердження.



А Сила \vec{F}_1 — сила ваги.

Б Сила \vec{F}_2 — сила реакції опори.

В Сила \vec{F}_3 — вага тіла.

Г Вага тіла — це сила, що діє на це тіло.

2. На рисунку показаний принцип вимірювання глибини моря під кораблем. Виберіть правильне твердження.



- А** Для вимірювання глибини моря використовують інфразвук.
- Б** Для вимірювання глибини моря використовують ультразвук.
- В** Тіла, що коливаються із частотою, меншою за 20 кГц, випромінюють ультразвук.
- Г** Тіла, що коливаються із частотою, більшою за 20 кГц, випромінюють інфразвук.
3. У закритому сталевому балоні знаходиться стиснене повітря. Виберіть правильне твердження.
- А** Повітря тисне тільки на дно балона.
- Б** Тиск повітря обумовлений рухом його молекул.
- В** Якщо випустити частину повітря з балона, тиск у ньому не зміниться.
- Г** Якщо нагріти балон, тиск у ньому не зміниться.
4. Хлопчик підняв на березі камінь і кинув його у воду біля берега. Потім він увійшов у воду й підняв камінь з дна. Виберіть правильне твердження.
- А** Підняти камінь у воді складніше, ніж на березі.
- Б** У воді на камінь діє менша сила ваги, ніж у повітрі.
- В** Архімедова сила заважає підняти камінь у воді.
- Г** У воді на камінь діє архімедова сила.

Середній рівень

1. Наведіть три приклади, коли тертя виявляється перешкодою в техніці, на виробництві й у побуті.
2. Вага світильника, підвішеного до стелі, дорівнює 60 Н. Чому дорівнює маса світильника? Зобразіть вагу світильника на кресленні.
3. Чи однакові пружні сили можуть розвивати ресори легкових і вантажних автомашин? Чому?
4. Який повинен бути об'єм надувного плота, якщо його маса разом з людьми, що перебувають на ньому, 300 кг?

Достатній рівень

1. Люстра підвішена до стелі. Її маса дорівнює 12,5 кг. З якою силою люстра діє на стелю? Як називається ця сила? До чого ця сила прикладена? Зобразіть цю силу на кресленні.
2. Яка сила втримує тіла на похилій площині?

3. У посудині з водою розчинили кухонну сіль. Чи змінився тиск на дно посудини?
4. Залізну деталь розмірами $20 \times 20 \times 25$ см занурюють у воду. Яку силу потрібно прикласти, щоб утримати цю деталь у воді?

Високий рівень

1. Сила, необхідна для рівномірного переміщення по горизонтальній крижаній дорозі саней з вантажем, дорівнює 1500 Н. Яку частину становить сила тертя полозів об лід від ваги саней з вантажем, якщо загальна вага саней з вантажем дорівнює 60 кН?
2. З колодязя піднімають на мотузці діряве цебро з водою. Чи буде випливати вода з отворів під час падіння, якщо мотузка обірветься?
3. Дуже часто при осушенні боліт риють канали. З якою метою це роблять? Поясніть свою відповідь.
4. Зливok золота й срібла має масу 300 г. При зануренні у воду його вага дорівнює 2,75 Н. Визначте масу срібла й масу золота в цьому зливку.

Відповіді:

№ завдання	1 варіант	2 варіант
<i>Середній рівень</i>		
2	160 Н	6 кг
4	2,6 кН	Не менше 0,3 м ³
<i>Достатній рівень</i>		
1	600 Н; 600 Н	125 Н
4	47,6 кН	680 Н
<i>Високий рівень</i>		
1	100 кН	0,025
4	4,4 кг; 2200 кг/м ³	$m_c = 218$ г; $m_s = 82$ г

2-й семестр

МЕХАНІЧНІ ЯВИЩА

3. Робота й енергія

- Механічна робота. Потужність
- Енергія
- Закон збереження енергії
- Машини й механізми
- Коефіцієнт корисної дії

Тематичне планування

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
1	Механічна робота	
2	Потужність	
3	Механічна енергія	
4	Закон збереження енергії	
5	«Золоте правило» механіки	
6	Розв'язання задач	
7	Лабораторна робота № 10	
8	Узагальнюючий урок	

Урок 1/35

Тема. Механічна робота

Мета уроку: сформулювати поняття роботи й її одиниць; навчити учнів обчислювати механічну роботу.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	5 хв	1. Визначення роботи, виконуваної при переміщенні бруска по горизонтальній поверхні. 2. Визначення роботи, виконуваної при підйомі вантажів на різну висоту
Вивчення нового матеріалу	28 хв	1. Що таке механічна робота? 2. Коли робота дорівнює нулю? 3. Робота різних сил
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Що таке механічна робота?

Слово «робота» у повсякденному житті має багато значень. Ми використовуємо його: а) для позначення професії (Ігор Юрійович працює вчителем); б) для позначення характеру діяльності (робота рятувальника небезпечна); в) для характеристики стану (холодильник працює); г) для оцінки результату праці (шахтарі виконали велику роботу); д) для характеристики складності праці (вантажник виконав нескладну роботу з переносу ваги) і т. ін.

Поняття «робота» у фізиці має певний сенс. Механічна робота (або робота сили) відбувається в тому випадку, коли відбувається рух тіла під дією сили. Прикладів можна навести багато: щораз, коли ми самі що-небудь піднімаємо, пересуваємо, переносимо, відбувається механічна робота.

Французький учений Віктор Понселе на початку XIX століття писав: «Дії, виконувани різними двигунами, нескінченно різноманітні. Щоб мати можливість порівнювати їх між собою, треба ввести величину, що для всіх двигунів служила б загальною мірою». Такою мірою Понселе запропонував уважати добуток сили на пере-

міщення точки її прикладання. Таку величину він назвав **механічною роботою**.

► Якщо напрямок сили \vec{F} збігається з напрямком переміщення \vec{s} точки прикладання сили, робота A дорівнює добутку модуля сили на модуль переміщення: $A = Fs$.

Одиницею роботи, як слідує з визначення, є $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$, тобто робота, виконана силою в 1 Н при переміщенні точки прикладання сили на 1 м у напрямку дії сили.

Робота — скалярна величина, але скалярні величини можуть бути позитивними, негативними або рівними нулю.

Якщо напрямок руху тіла збігається з напрямком прикладеної сили, то ця сила виконує додатну роботу і її обчислюють за формулою $A = Fs$.

Якщо напрямок руху протилежний напрямку дії сили, то ця сила виконує від'ємну роботу і її обчислюють за формулою: $A = -Fs$.

Якщо кинути, наприклад, м'яч вертикально угору, то під час польоту м'яча на нього діє сила ваги, спрямована вниз протилежно переміщенню. Робота сили ваги в цьому випадку від'ємна.

2. Коли робота дорівнює нулю?

З формули для роботи сили $A = Fs$ випливає, що у випадку, коли хоча б один зі співмножників (сила F або переміщення s) дорівнює нулю, робота дорівнює нулю — незалежно від величини іншого співмножника.

Виходить, робота дорівнює нулю:

- якщо переміщення дорівнює нулю;
- якщо сила перпендикулярна до переміщення: адже в цьому випадку переміщення тіла в напрямку дії сили також дорівнює нулю;
- якщо сила, що діє на тіло, дорівнює нулю.

Наприклад, якщо м'яч котиться по землі в горизонтальному напрямку, то сила ваги буде перпендикулярна до напрямку руху й роботи не виконає: $A = 0$.

Тіла, що лежать на столі, чинять тиск на стіл, але роботи не виконують. Під час руху планети по круговій орбіті навколо Сонця робота сили притягання дорівнює нулю.

Якщо тіло рухається за інерцією, то при цьому не відбувається механічної роботи, тому що в цьому випадку є переміщення, але немає діючої сили.

3. Робота різних сил

а) Робота сили тяжіння

Коли тіло рухається вниз, напрямок сили тяжіння збігається з напрямком переміщення. При цьому робота сили тяжіння додатна й дорівнює нулю: $A = mgh$.

Коли тіло рухається угору, сила тяжіння спрямована протилежно переміщенню. Тому під час руху тіла угору робота сили тяжіння від'ємна й дорівнює $A = -mgh$.

б) Робота сили пружності

Коли стисла пружина розпрямляється, сила пружності, що діє з її боку, спрямована так само, як переміщення, тому робота сили пружності додатна. При цьому деформація пружини зменшується, тобто при зменшенні деформації сила пружності пружини виконує додатну роботу.

Коли ми стискаємо недеформовану пружину, сила, що діє з боку пружини, спрямована протилежно деформації. Виходить, при збільшенні деформації сила пружності пружини виконує від'ємну роботу.

в) Робота сил тертя

Сила тертя ковзання або кочення спрямована завжди протилежно швидкості, а, отже, і переміщенню тіла, тому робота сили тертя ковзання або кочення від'ємна.

Необхідно звернути увагу на істотну відмінність сил тертя ковзання й кочення від сил тяжіння й пружності. У результаті дії сили тяжіння або пружності швидкість тіла може як збільшуватися, так і зменшуватися: у першому випадку робота додатна, у другому — від'ємна. А в результаті дії сили тертя ковзання або кочення швидкість тіла завжди зменшується: робота цих сил завжди від'ємна.

У розглянутих вище прикладах на тіло діяла тільки одна сила. Якщо на тіло, що рухається, діє кілька сил, то кожна з них може виконувати роботу. При цьому можна підрахувати й роботу кожної з них окремо, й роботу рівнодійної цих сил.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Яку фізичну величину називають роботою?
- ? У яких випадках механічна робота дорівнює нулю? Додатна? Від'ємна? Наведіть приклади.
- ? Чому дорівнює робота сили, коли напрямок сили збігається з напрямком переміщення? Коли сила спрямована протилежно переміщенню?
- ? Чи можуть сили, які діють на тіло, що рухається, виконувати одна — додатну роботу, а інша — від'ємну? Наведіть приклад, що ілюструє вашу відповідь.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ**1. Навчаємося розв'язувати задачі**

1. Горизонтальна сила 8 Н, прикладена до бруска, змушує його рухатися зі швидкістю 4 см/с. Яку роботу виконала ця сила за 15 с?
Розв'язок. Скористаємося визначенням роботи: $A = F \cdot l$. При цьому пройдений шлях дорівнює: $l = v \cdot t$. Остаточо одержуємо: $A = Fvt$.

Перевіряємо одиниці величин:

$$[A] = \text{Н} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Обчислюємо роботу: $A = 8 \cdot 0,04 \cdot 15 = 4,8$ (Дж).

2. Визначте роботу, виконувану при підйомі гранітної плити об'ємом $0,3 \text{ м}^3$ на висоту 4 м.
3. Людина штовхає візок, прикладаючи горизонтальну силу 50 Н. При цьому візок рухається рівномірно. Яка його швидкість, якщо за 2 хв виконана робота, що дорівнює 12 кДж?
4. Чи може сила тертя спокою виконувати роботу? Якщо так, наведіть приклад.
Розв'язок. Може. Наприклад, коли людина піднімає вертикально лом, обхопивши його пальцями, роботу виконує сила тертя спокою, що діє на лом з боку руки.

2. Поміркуй і відповідай

1. На пружині нерухомо висить вантаж. Чи виконує роботу сила пружності, що діє на вантаж? Сила тяжіння?

2. Чи виконує роботу сила ваги, що діє на м'яч, коли він: а) лежить на землі; б) летить у футбольні ворота?
3. При рівномірному підйомі вантажу на 10 м виконана робота 1 кДж. Яка вага вантажу? Яка його маса?
4. Вантаж вагою 10 Н рівномірно підняли, виконавши роботу 200 Дж. На яку висоту підняли вантаж?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 17.
2. С6-1:

рів1 — № 20.2, 20.3, 20.4, 20.8, 20.9.

рів2 — № 20.13, 20.14, 20.19, 20.20, 20.21.

рів3 — № 20.27, 20.29, 20.34, 20.35, 20.36.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 26.
2. С6-2:

рів1 — № 22.2, 22.3, 22.4, 22.5, 22.6.

рів2 — № 22.8, 22.9, 22.10, 22.12, 22.13.

рів3 — № 22.14, 22.15, 22.16, 22.17, 22.18.

Урок 2/36

Тема. Потужність

Мета уроку: сформувати в учнів поняття потужності як фізичної величини, що характеризує швидкість виконання роботи.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Чи виконує роботу сила ваги, що діє на камінь, коли він: а) лежить на землі? б) падає з обриву? 2. Автомобіль рівномірно рухається по шосе. Чи відбувається при цьому робота силою тяжіння? 3. Як можна розрахувати роботу? Які ви знаєте одиниці роботи?
Демонстрації	5 хв	1. Визначення потужності, яку розвиває учень під час ходьби по класу. 2. Підйом електричним двигуном вантажів різної маси
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Потужність. 2. Одиниця потужності. 3. Як виразити потужність через силу й швидкість?
Закріплення вивченого матеріалу	10 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Потужність

Гляньте на рисунок: копач й екскаватор почали працювати одночасно. При цьому за однакову кількість часу копач виконав менше роботи. Тому говорять, що потужність екскаватора більше, ніж потужність копача.



Очевидно, потужність більше в тій ситуації, де відбувається більше роботи за той самий час. І, навпаки: потужність менше в тій ситуації, де відбувається менше роботи за той самий час.

Отже,

➤ **потужність характеризує швидкість виконання роботи й обчислюється за формулою:**

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

де N — потужність, A — виконана робота, t — проміжок часу, за який ця робота виконана.

2. Одиниця потужності

Для вимірювання потужності використовується одиниця ват (Вт). Це потужність, за якої робота в 1 Дж виконується за 1 с:

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}.$$

Одиниця потужності названа ватом на честь англійського винахідника Джеймса Уатта, що створив першу парову машину.

У техніці часто застосовують більші одиниці потужності — кіловат (кВт) і мегават (МВт)

Потужність є важливою характеристикою будь-якого двигуна. Потужності двигунів, створених людиною, можуть коливатися в дуже широких межах: від часток вата (двигун електричної бритви) до сотень і тисяч мегават (ракетний двигун).

3. Як виразити потужність через силу й швидкість?

Потужність транспортного засобу, наприклад, автомобіля, зручно виражати не через роботу й час, а через силу й швидкість. Нехай тіло рухається з постійною швидкістю й сила, що діє на це тіло, спрямована уздовж переміщення тіла.

Позначимо модуль швидкості v , а модуль сили F . Оскільки $N = A/t$, а $A = Fs$, одержуємо:

$$N = \frac{Fs}{t} = F \frac{s}{t} = Fv,$$

тобто потужність дорівнює добутку сили на швидкість.

Під час руху з постійною швидкістю сила тяги двигуна компенсує силу опору руху.

Наведена формула для потужності пояснює, чому водій робить перемикання на малу швидкість, коли автомобіль їде нагору по схилу: щоб збільшити силу тяги при тій же потужності мотора, необхідно зменшити швидкість руху.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Що необхідно знати, щоб визначити виконану роботу, не вимірюючи шлях?
- ? Які одиниці потужності використовуються в техніці? Наведіть приклади.
- ? Чому потужність пов'язана зі швидкістю руху?
- ? Як розрахувати роботу, знаючи потужність?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Гоночний автомобіль, маса якого 500 кг, розвиває потужність 400 кВт. З якою швидкістю рухається цей автомобіль, якщо сила тяги дорівнює вазі автомобіля?

Розв'язок. Відповідно до визначення:

$$N = \frac{Fs}{t} = F \frac{s}{t} = Fv.$$

З іншого боку:

$$F = P = mg.$$

Звідси одержуємо:

$$v = \frac{N}{F} = \frac{N}{mg}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[v] = \frac{\frac{\text{Вт}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{Н}}} = \frac{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с} \cdot \text{Н}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Обчислюємо шукану швидкість:

$$v = \frac{400 \cdot 10^3}{500 \cdot 10} = 80 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

2. Кінь тягне віз зі швидкістю 3 м/с, прикладаючи силу 100 Н. Яку потужність розвиває кінь?

3. Яку потужність розвиває школяр масою 50 кг, добігаючи з 1-го поверху на 5-й за півхвилини? Висоту поверху прийміть рівною 3 м.
4. Двигун автомобіля, розвиваючи потужність 10 кВт, виконав роботу 1,2 МДж. За який час була виконана ця робота?
5. Гирия годинника має масу 800 г і за добу опускається на 120 см. Яка потужність такого механізму?

2. Поміркуй і відповідай

1. Два однакових за розміром й конструкцією кораблі розвивають різну потужність. Чи з однаковою швидкістю будуть рухатися ці кораблі?
2. Автомобіль в'їжджає в гору, зберігаючи постійною потужність двигуна. Чому при цьому зменшують швидкість його руху?
3. Чому при розгоні двигун автомобіля розвиває більшу потужність, ніж при рівномірному русі?
4. Першокласник і десятикласник навперегони піднімаються сходами на другий поверх школи. Фінішували вони одночасно. Чи однакову роботу вони виконали? Чи однакову потужність розвивали?
5. Збільшується чи зменшується швидкість руху судна щодо води при його переході з ріки в море? Уважайте, що при цьому потужність, яку розвивають двигуни, і число обертів гвинта не змінюються.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 19 (п. 3).
2. С6-1:
 - рів1 — № 20.5, 20.6, 20.10, 20.11, 20.12.
 - рів2 — № 20.16, 20.17, 20.18, 20.22, 20.24.
 - рів3 — № 20.31, 20.32, 20.33, 20.37, 20.38.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 27.
2. С6-2:
 - рів1 — № 23.1, 23.2, 23.3, 23.4, 23.5.
 - рів2 — № 23.8, 23.9, 23.10, 23.12, 23.13.

рів3 — № 23.17, 23.19, 23.20, 23.21, 23.22.

3. **Д:** Підготуватися до самостійної роботи № 16 «Механічна робота. Потужність».

Завдання для самостійної роботи № 16
«Механічна робота. Потужність»

Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. У якому з перерахованих нижче випадків не відбувається механічна робота?
 - М'яч падає з деякої висоти.
 - Книга лежить на столі.
 - Кінь тягне сани по горизонтальній дорозі.
- Яка потужність електродвигуна, що за 10 хв виконує роботу 240 кДж? Виберіть правильну відповідь.
 - 400 Вт;
 - 12 кВт
 - 24 кВт.

Середній рівень

- Автокран, піднімаючи вантаж масою 1,5 т, виконав роботу 22,5 кДж. На яку висоту піднятий при цьому вантаж?
- Скільки часу повинен працювати двигун потужністю 25 кВт, щоб виконати роботу 36 000 кДж?

Достатній рівень

- Тіло підвішене до пружини й перебуває в рівновазі. Чи виконує роботу сила пружності, що діє на тіло? Сила ваги?
 - Кінь тягне віз, докладаючи зусилля 350 Н, і виконує за 1 хв роботу в 42 кДж. З якою швидкістю рухається кінь?
- Чи однакову потужність розвивають двигуни вагона трамвая, коли він рухається з однаковою швидкістю без пасажирів і з пасажирами?
 - З якою швидкістю рухається трактор, якщо він розвиває силу тяги 60 кН при потужності 60 кВт?

Високий рівень

- З лука вистрілили стрілою під кутом до горизонту. Стріла описала в польоті параболу. Чи виконувала сила ваги роботу, коли: а) стріла піднімалася в точку найвищого підйому; б) опускалася вниз на землю?

- Кінь рівномірно везе сани масою 300 кг зі швидкістю 2 м/с. Яку частку від ваги саней становить сила тертя, якщо за 1 год робота з переміщення саней складає 2,1 МДж?
- Тіло рухається з постійною швидкістю по горизонтальній поверхні стола. Чи виконує під час цього руху роботу сила ваги?
 - Яку роботу треба виконати, щоб підняти із дна ріки до поверхні води камінь масою 3 кг й об'ємом 1,2 дм³? Глибина ріки 4 м. Опором води можна знехтувати.

Урок 3/37

Тема. Механічна енергія

Мета уроку: з'ясувати фізичний зміст поняття «енергія»; сформулювати поняття потенціальної й кінетичної енергії.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 16 «Механічна робота. Потужність»
Демонстрації	5 хв	1. Зміна енергії тіла під час виконання роботи. 2. Потенціальна енергія піднятого над землею тіла. 3. Потенціальна енергія деформованої пружини. 4. Залежність кінетичної енергії тіла від його маси й швидкості
Вивчення нового матеріалу	23 хв	1. Енергія. 2. Потенціальна енергія. 3. Кінетична енергія
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Енергія

Розглянемо кілька прикладів, коли роботу виконують сили, що діють із боку деяких тел.

- а) При розпрямленні стиснутої пружини сила пружності, що діє з боку пружини, виконує роботу. Виходить, стиснута (деформована) пружина має здатність виконувати роботу. Цю властивість пружини використовують, наприклад, у пружинних годинниках і заводних іграшках.
- б) Вантаж, що опускається з деякої висоти, також виконує роботу: це використовують, наприклад, у годинниках з гириями й на гідроелектростанціях, де роботу виконує падаюча з греблі вода. Отже, піднятий на деяку висоту вантаж має здатність виконувати роботу.
- в) Якщо візок, що рухається, зіштовхується з пружиною, він деформує пружину. Отже, тіло, що рухається, має здатність виконувати роботу.

Повідомляємо учням, що про тіла, при зміні стану яких може бути виконана робота, говорять, що вони мають енергію.

➤ *Фізичну величину, що характеризує здатність тіла або системи тіл виконувати роботу, називають енергією.*

Коли тіло виконує роботу, його енергія зменшується на величину, рівну виконаній роботі: якщо позначити енергію тіла в початковому стані $E_{\text{поч}}$, в кінцевому $E_{\text{кін}}$, а виконану тілом роботу A_T , то

$$E_{\text{поч}} - E_{\text{кін}} = A_T.$$

Звідси випливає, що одиниця енергії така сама, як й одиниця роботи, — джоуль.

2. Потенціальна енергія

Спортсмен перед пострілом натягає тятиву лука. Натягнута тятива лука може виштовхнути стрілу, виконуючи при цьому роботу.

Тіло, підняте на деяку висоту над землею, взаємодіючи з нею, так само може при падінні виконати деяку роботу

Всі ці тіла мають енергію, тому що взаємодіють із іншими тілами (або частинами тіла).

➤ *Потенціальною енергією називають частину механічної енергії, що обумовлена взаємодією тіл або частин того самого тіла.*

Оскільки тіло, підняте відносно поверхні Землі, взаємодіє з нею (притягується), то воно має потенціальну енергію $E_{\text{п}}$. Будемо вважати потенціальну енергію тіла, що лежить на поверхні Землі, рівною нулю, тоді потенціальна енергія тіла, що перебуває на висоті h , визначається роботою, яку виконає сила ваги при падінні на Землю. А робота може бути визначена за формулою $A = mgh$.

Виходить, у цьому випадку й потенціальна енергія буде виражатися рівністю: $E_{\text{п}} = mgh$.

Потенціальною енергією володіє будь-яке пружне деформоване тіло. Енергію стиснутих і закручених пружин використовують, наприклад, у ручних годинниках, різноманітних заводних іграшках й ін.

Потенціальна енергія деформованої пружини визначається як

$$E_{\text{п}} = \frac{kx^2}{2}.$$

3. Кінетична енергія

Дуже часто ми бачимо, що механічна робота виконується внаслідок того, що тіло має деяку швидкість.

Тепловоз, що рухається, зіштовхуючись із вагоном, переміщає його на деяку відстань. При цьому виконується робота. Коли куля пробиває дошку, також виконується робота.

Енергія, якою володіє тіло, що рухається, називається кінетичною.

► *Кінетичною енергією називають частину механічної енергії, що визначається рухом тіла.*

Кінетична енергія тіла, що рухається з деякою швидкістю, дорівнює роботі, яку треба виконати, щоб передати тілу в стані спокою таку саму швидкість.

Кінетична енергія E_k тіла масою m , що рухається зі швидкістю v , визначається формулою:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Значення кінетичної енергії залежить від вибору системи відліку: адже кінетична енергія тіла залежить від його швидкості, а швидкість тіла в різних системах відліку різна. Якщо система відліку явно не зазначена, звичайно мають на увазі систему відліку, пов'язану із Землею.

З погляду різних спостерігачів кінетична енергія того самого тіла може бути різною.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

? *Наведіть приклади тіл, здатних виконати роботу при переході з одного стану в інший.*

? *Чи змінюється механічний стан тіла або системи тіл під час виконання роботи?*

? *Які тіла мають потенціальну енергію? Наведіть приклади.*

? *Які тіла мають кінетичну енергію? Наведіть приклади.*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Вертоліт підняв вантаж масою 1,5 т на висоту 800 м над поверхнею землі. Визначте потенціальну енергію вантажу

відносно поверхні землі й відносно дна шахти глибиною 100 м.

2. Швидкість автомобіля збільшилася від 5 м/с до 25 м/с. У скільки разів збільшилася його кінетична енергія?
3. На яку висоту треба підняти тіло масою 15 кг, щоб потенціальна енергія тіла збільшилася на 45 Дж?

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому спортсмен перед стрибком робить розбіг?
2. Два електропоїзди рухаються з однаковою відносно землі швидкістю, але перший має шість, а другий — дев'ять вагонів. Який з них має більшу кінетичну енергію?
3. Яким молотком — легким або важким — можна забити цвях за меншу кількість ударів? Чому?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 18 (п. 1, 2).

2. Сб-1:

рів1 — № 21.1, 21.2, 21.4, 21.9, 21.10.

рів2 — № 21.15, 21.17, 21.18, 21.25, 21.26.

рів3 — № 21.30, 21.31, 21.32, 21.33, 21.37.

Домашнє завдання-2

1. У-2: §§ 28, 29.

2. Сб-2:

рів1 — № 24.1, 24.2, 24.3, 24.4, 24.5.

рів2 — № 24.16, 24.17, 24.18, 24.19, 24.22.

рів3 — № 24. 29, 24.31, 24.33, 24.34, 24.35.

Урок 4/38

Тема. Закон збереження механічної енергії

Мета уроку: розкрити сутність закону збереження енергії в механічних процесах.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Що таке механічна енергія? 2. Яку енергію називають потенціальною? 3. Яку енергію називають кінетичною? 4. У чому проявляється відносний характер потенціальної енергії?
Демонстрації	5 хв	1. Перетворення енергії при коливаннях вантажу на нитці. 2. Перетворення енергії при коливаннях вантажу на пружині
Вивчення нового матеріалу	23 хв	1. Коли зберігається механічна енергія? 2. Закон збереження механічної енергії. 3. Приклади закону збереження механічної енергії
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Коли зберігається механічна енергія?

У всіх видів енергії є загальна властивість: енергія нізвідки не виникає й нікуди не зникає, вона лише переходить із одного виду в інший або від одного тіла до іншого. Це твердження називається **законом збереження енергії**.

Піднятий над Землею м'яч має певну потенціальну енергію. При його падінні ця енергія поступово зменшується. Однак збільшується його швидкість, що свідчить про збільшення кінетичної енергії. Максимальну кінетичну енергію м'яч має біля самої землі. Отут його швидкість найбільша, а потенціальна енергія найменша, оскільки висота м'яча наближується до нуля.

Потенціальна енергія піднятого над поверхнею землі м'яча перетворилася на кінетичну енергію м'яча, що рухається.

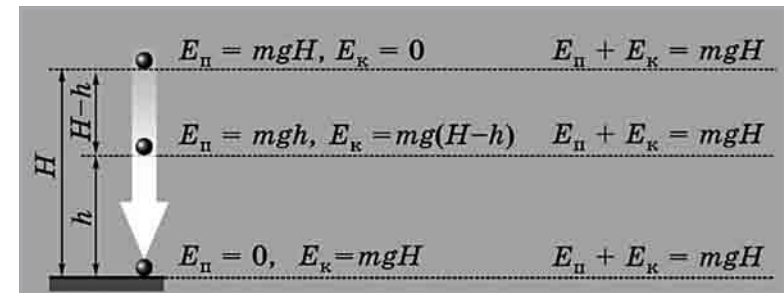
Якщо знехтувати опором повітря, то сума кінетичної й потенціальної енергій падаючого тіла залишається незмінною, тобто механічна енергія тіла зберігається.

Таким чином, багато явищ природи супроводжуються перетворенням одного виду енергії в інший.

2. Закон збереження механічної енергії

Доведемо, що якщо опором повітря можна знехтувати, сума кінетичної й потенціальної енергій падаючого тіла залишається незмінною, тобто механічна енергія тіла зберігається.

Нехій вантаж масою m падає без початкової швидкості з висоти H (див. рисунок).



У початковому стані потенціальна енергія вантажу $E_{\text{п}} = mgh$, а його кінетична енергія $E_{\text{к}} = 0$. Таким чином, початкова механічна енергія вантажу $E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = mgH$.

На деякій висоті $h < H$ потенціальна енергія вантажу $E_{\text{п}} = mgh$.

Щоб знайти кінетичну енергію вантажу $E_{\text{к}} = mv^2/2$ на висоті h , тобто коли він зробив переміщення $s = H - h$, скористаємося тим, що при вільному падінні без початкової швидкості

$$s = v_{\text{cp}} t, \quad v_{\text{cp}} = \frac{v}{2}, \quad \text{а } t = \frac{v}{g}, \quad \text{звідки } v^2 = 2gs.$$

Отже,

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot 2gs = mgs = mg(H - h).$$

Отже, повна механічна енергія вантажу на будь-якій висоті $h < H$ дорівнює $E_{\text{п}} + E_{\text{к}} = mgh + mg(H - h) = mgH$, тобто дорівнює

його початковій енергії. А це й означає, що механічна енергія при падінні вантажу зберігається.

Таким чином,
 ➤ *механічна енергія зберігається, якщо можна знехтувати тертям, тобто коли на тіло діють тільки сила ваги й сили пружності.*

Це твердження називають **законом збереження механічної енергії**.

Помітимо, що збереження механічної енергії не означає збереження кінетичної й потенціальної енергій окремо: так, при падінні тіла його потенціальна енергія перетворюється в кінетичну, а при коливаннях маятників потенціальна й кінетична енергії неодноразово перетворюються одна в одну.

➤ *Суму потенціальної й кінетичної енергії тіла називають його повною механічною енергією E :*

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{к}}.$$

3. Приклади закону збереження механічної енергії

а) Коливання пружинного маятника

Вантаж на пружині опустили вниз (див. рисунок).



Після відпускання вантажу пружина стискується. У міру її стискання сила пружності пружини зменшується, значить, зменшується й потенціальна енергія пружини. Проте одночасно зростає кінетична енергія вантажу, тому що при розгоні угору збільшується його швидкість. Одночасно зростає й потенціальна енергія вантажу під дією сили ваги, тому що вантаж піднімається вище. У цьому прикладі енергія перейшла з одного виду в інші: з потенціальної під дією сили пружності в кінетичну й потенціальну під дією сили ваги.

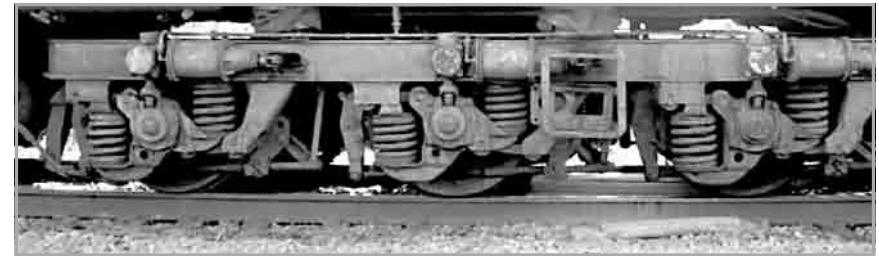
б) Коливання нитяного маятника

Відхилимо кульку на нитці вправо й відпустимо: він рухається вліво, збільшуючи швидкість. Отже, кінетична енергія зростає. Одночасно кулька опускається, і в середньому положенні її потенціальна енергія стає найменшою. Однак у цей момент швидкість є найбільшою. Отже, за рахунок запасу кінетичної енергії кулька продовжує рухатися вліво, піднімаючись усе вище. Це призводить до зростання її потенціальної енергії. Одночасно швидкість зменшується, що призводить до зменшення кінетичної енергії кульки.

У цьому прикладі енергія переходила з одного виду в інший: з кінетичної енергії в потенціальну енергію й навпаки.

в) Гальмування тіла силою тертя

На рисунку зображені колеса поїзда, що їде.



Гальмівні колодки притиснулися до колеса. Сила тертя, що виникла між колесом і колодками, сповільнює обертання колеса, а отже, і швидкість поїзда. Під час тертя вони нагріваються настільки сильно, що, торкнувшись рукою, можна одержати опік.

Ми спостерігаємо перетворення енергії з одного її виду в інший й одночасно перехід від одного тіла до інших: кінетична енергія всього поїзда перетворювалася у внутрішню енергію його гальмівних колодок, коліс і навколишнього повітря.

Цей приклад також ілюструє перетворення енергії з одного виду в інший й, одночасно, її перехід від одного тіла до інших.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

? *Які перетворення енергії відбуваються при падінні тіла за відсутності опору повітря?*

- ? Які перетворення енергії відбуваються під час руху каменя, кинутого угору?
- ? За якої умови зберігається механічна енергія?
- ? Які перетворення енергії відбуваються за наявності тертя?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі
- Хлопчик на санях спускається з гірки висотою 10 м. Чому б дорівнювала швидкість саней наприкінці спуску, якби механічна енергія під час спуску зберігалася?
 - Тіло вільно падає з висоти 10 м. Яка його швидкість на висоті 6 м над поверхнею Землі? Яка його швидкість у момент падіння на землю?
 - Автомобіль масою 2 т загальмував і зупинився, пройшовши шлях 50 м. Визначте роботу сили тертя й зміну кінетичної енергії автомобіля, якщо дорога горизонтальна, а коефіцієнт тертя дорівнює 0,4.
2. Поміркуй і відповідай
- Шайба скочується із крижаної гірки, потрапляє на асфальт і зупиняється. Які перетворення енергії відбуваються при цьому?
 - Якими перетвореннями енергії супроводжується хід настінних годинників?
 - Пліт пливе вниз за течією ріки. Чи змінюється кінетична енергія плота? Потенціальна?

Домашнє завдання-1

- У-1: § 18 (п. 3, 4).
- С6-1:
 - рів1 — № 21.7, 21.8, 21.12, 21.13, 21.14.
 - рів2 — № 21.19, 21.20, 21.22, 21.27, 21.28.
 - рів3 — № 21.34, 21.35, 21.36, 21.38, 21.39.

Домашнє завдання-2.

- У-2: § 30.
- С6-2:
 - рів1 — № 24.8, 24.9, 24.10, 24.13, 24.14.
 - рів2 — № 24.20, 24.21, 24.25, 24.27, 24.28.

- рів3 — № 24. 30, 24.32, 24.36, 24.38, 24.40.
- Д: Підготуватися до самостійної роботи № 17 «Енергія. Закон збереження енергії».

Завдання для самостійної роботи № 17 «Енергія. Закон збереження енергії»

Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. Які з перерахованих тіл мають кінетичну енергію?
 - А Камінь, піднятий над землею;
 - Б спортивний лук з натягнутою тятивою;
 - В літак, що летить.
- Виберіть правильне твердження. Від чого залежить потенціальна енергія тіла, піднятого на деяку висоту над землею?
 - А Від маси й швидкості руху тіла;
 - Б від висоти над поверхнею землі й маси тіла;
 - В тільки від швидкості руху тіла.

Середній рівень

- Яка маса тіла, якщо при підйомі на висоту 5 м його потенціальна енергія збільшилася на 80 Дж?
- Кінетична енергія камінчика при ударі об землю 2,5 мДж. Визначте масу камінчика, якщо в момент удару об землю його швидкість досягла 50 см/с.

Достатній рівень

- а) Чи має потенціальну енергію дерев'яний брусок, занурений у воду на деяку глибину?
б) Свинцеву й мідну кульки однакового об'єму підняли на однакову висоту. Для якої кульки зміна потенціальної енергії більше? У скільки разів?
- а) За рахунок якої енергії аеростат піднімається угору?



- б) Стріла вилітає зі спортивного лука вертикально угору зі швидкістю 60 м/с. На яку висоту підніметься стріла, якщо її маса дорівнює 200 г? На яку висоту підніметься стріла із удвічі більшою масою? Опором повітря знехтувати.

Високий рівень

- а) Якщо автомобіль до початку крутого підйому не встиг розігнатися, то йому буде складно в'їхати на гору. Чому?
б) Хлопчик, підкидаючи м'яч масою 500 г, приклав силу 20 Н на шляху 1 м. Чому дорівнює робота, виконана хлопчиком? На скільки при цьому збільшилася потенціальна енергія м'яча? Чому дорівнює кінетична енергія, одержана м'ячем?
- а) Швидкість потоку, що сплавляється по річці, і швидкість бігу води в річці однакова. Що має більшу кінетичну енергію: вода об'ємом 1 м³ або деревина об'ємом 1 м³?
б) Підкидаючи камінь масою 1 кг, хлопчик приклав силу 40 Н на шляху 0,5 м. На яку висоту піднявся камінь після відриву від долоні?

Урок 5/39

Тема. «Золоте правило» механіки. ККД

Мета уроку: пояснити учнів, що жоден простий механізм не дає вигаду в роботі.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	12 хв	Самостійна робота № 17 «Енергія. Закон збереження енергії»
Демонстрації	5 хв	1. Рівність робіт при використанні важеля або блоків. 2. Підйом вантажу по похилій площині
Вивчення нового матеріалу	20 хв	1. «Золоте правило» механіки й закон збереження енергії. 2. Коефіцієнт корисної дії
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. «Золоте правило» механіки й закон збереження енергії

Давно пройшов той час, коли будь-яку роботу людина мала виконувати безпосередньо своїми руками. Зараз піднімати вантажі, переміщати їх по землі, воді й у повітрі, виконувати будівельні роботи й багато чого іншого людині допомагають механізми. На зорі розвитку цивілізації людина для своєї діяльності використовувала прості механізми — важіль, блок, похилу площину, клин, комір. З їх допомогою були створені унікальні спорудження, деякі з яких збереглися до наших днів.

І сьогодні прості механізми мають широке застосування як самі по собі, так і як частини складних механізмів.

При використанні простих механізмів можна одержати вигравш у силі, але він неодмінно супроводжується програшем у переміщенні. Можна й, навпаки, одержати вигравш у переміщенні, але тоді ми неодмінно програємо в силі.

➤ Архімед установив на досліді, що *при використанні простих механізмів ми або виграємо в силі в стільки разів, у скільки разів програємо в переміщенні, або виграємо в переміщенні в стільки разів, у скільки разів програємо в силі.*

Це твердження назвали «золотим правилом» механіки. Найбільш чітко його сформулював Галілей, уточнивши, що воно справедливо, коли тертя можна знехтувати.

Довгий час «золоте правило» механіки розглядалося як «самостійний» закон природи. І тільки після відкриття закону збереження енергії з'ясувалося, що «золоте правило» механіки є одним із проявів закону збереження енергії:

➤ *при використанні будь-якого простого механізму не можна одержати вигаши у роботі.*

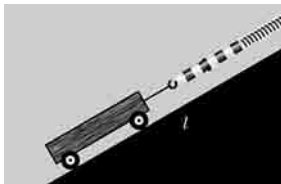
Із закону збереження енергії випливає й набагато більш загальне твердження, що стосується будь-яких механізмів,— не тільки простих, але і як завгодно складних: неможливе існування так званого «вічного двигуна», призначенням якого було б вічно виконувати роботу без витрати енергії.

2. Коефіцієнт корисної дії

Практично в будь-якому механізмі, у кожній машині діє сила тертя, на подолання якої витрачається частина енергії, що передається механізму. Ця частина енергії перетворюється у внутрішню, тобто вона йде на нагрівання тіла. Отже, механізм передає лише частину енергії, отриманої ним від іншого тіла, тому тілу, яке він пересуває.

Робота, що виконується над механізмом для приведення його в рух, називається виконаною або повною роботою.

Нехай тіло піднімають по похилій площині, прикладаючи силу F , спрямовану уздовж площини. Робота цієї сили є *витраченою* (або *повною*).



Робота, що виконується механізмом над переміщуваним тілом, називається *корисною роботою*.

При рівномірному підйомі тіла по похилій площині сила F , спрямована уздовж площини, переміщаючи брусок на відстань l , виконує роботу $A_{\text{вик}} = Fl$.

При підйомі тіла масою m на висоту h виконується корисна робота $A_{\text{к}} = mgh$.

Для визначення ефективності механізму треба знати, яку частину витраченої роботи становить корисна робота. Із цією метою вводять коефіцієнт корисної дії (ККД).

➤ *Коефіцієнтом корисної дії називають відношення корисної роботи $A_{\text{к}}$ до витраченої $A_{\text{вит}}$:*

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{вит}}}$$

Коефіцієнт корисної дії часто виражають у відсотках, наприклад, $\eta = 0,7$ можна записати також у вигляді $\eta = 70\%$.

У більшості випадків корисна й витрачена роботи виконуються протягом однакового часу. Тому ККД можна обчислювати через повну й корисну потужності.

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{вит}}} \cdot 100\% = \frac{N_{\text{к}} t}{N_{\text{повн}} t} \cdot 100\%$$

Із «золотого правила» механіки випливає, що корисна робота дорівнює витраченій. Але це виконується тільки за ідеальних умов: важелі й блоки невагомі й у них, а також на похилій площині немає тертя. У разі невиконання цих умов корисна робота завжди буде менше, ніж витрачена (повна). Тому ККД завжди менше 100%.

Усяку машину прагнуть зробити такою, щоб її ККД наближався до одиниці. Для цього зменшують, наскільки можливо, силу тертя й інші втрати в машині

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ❓ Чому важіль не дає виграшу в роботі?
- ❓ Чому блок не дає виграшу в роботі?
- ❓ Яку роботу називають корисною?
- ❓ Яку роботу називають витраченою (або повною)?

- ? Чому корисна робота на практиці завжди менше витраченої?
 ? Що показує ККД? Як можна збільшити ККД?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. По похилій площині піднімають вантаж масою 60 кг, прикладаючи до нього силу 250 Н, спрямовану уздовж площини. Чому дорівнює ККД площини, якщо її довжина дорівнює 10 м, а висота дорівнює 3 м?

Розв'язок. Корисна робота $A_{\text{к}} = mgh$, де m — маса вантажу, h — висота похилої площини. Витрачена ж робота $A_{\text{вит}} = Fl$, де F — прикладена сила, l — довжина похилої площини. Отже, $\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{вит}}} = \frac{mgh}{Fl}$. Перевіривши одиниці величин і підставивши числові дані, одержимо: $\eta = \frac{60 \cdot 9,8 \cdot 3}{250 \cdot 10} = 0,71$. Таким чином, у цьому випадку ККД становить 71%.

2. За допомогою важеля підняли вантаж масою 100 кг на 1 м. При цьому сила, прикладена до іншого плеча важеля, виконала роботу 1,5 кДж. Чому дорівнює ККД важеля?

2. Поміркуй і відповідай

- За допомогою важеля одержали виграш у силі в чотири рази. А в чому програли?
- За допомогою похилої площини піднімають вантаж на деяку висоту. ККД похилої площини дорівнює 85%. Що це означає?
- Який ККД механізму, якщо корисна робота становить одну чверть від витраченої? Одну третину?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 19 (п. 1, 2).

2. С6-1:

рів1 — № 22.2, 22.3, 22.6, 22.7, 22.8.

рів2 — № 22.12, 22.15, 22.16, 22.17, 22.19.

рів3 — № 22.22, 22.23, 22.26, 22.28, 22.29.

Домашнє завдання-2

1. У-2: §§ 31, 32.

2. С6-2:

рів1 — № 25.1, 25.2, 25.4, 25.5, 25.6.

рів2 — № 25.9, 25.10, 25.11, 25.12.

рів3 — № 25.15, 25.16, 25.17, 25.20, 25.21.

3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 18 «Коефіцієнт корисної дії».

Завдання для самостійної роботи № 18

«Коефіцієнт корисної дії»

Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. Який із перерахованих нижче простих механізмів дає найбільший виграш у роботі?
А Похила площина;
Б важіль;
В жодний простий механізм виграшу в роботі не дає.
- Корисна робота механізму становить одну п'яту від витраченої. Який ККД механізму? Виберіть правильну відповідь.
А 20 %;
Б 50 %;
В 75 %.

Середній рівень

- Назвіть можливі способи збільшення ККД.
- Чому витрачена при використанні механізмів робота виявляється увесь час більше корисної роботи?

Достатній рівень

- Вантаж масою 80 кг піднімають за допомогою рухомого блоку, прикладаючи силу 500 Н до вільного кінця мотузки. Який ККД блоку?
- Вантаж піднімають за допомогою нерухомого блоку, прикладаючи силу 300 Н. Яка маса вантажу, якщо ККД становить 70%?

Високий рівень

- Двигун піднімального крана потужністю 6 кВт піднімає вантаж масою 6 т на висоту 8 м. Визначте час підйому вантажу, якщо ККД установки дорівнює 80%.
- Скільки води можна підняти з колодязя глибиною 36 м протягом 1 год, якщо потужність електродвигуна насоса дорівнює 4,9 кВт, а ККД установки дорівнює 70%?

Урок 6/40

Тема. Розв'язання задач

Мета уроку: з'ясувати рівень засвоєння учнями вивченого матеріалу; перевірити їхнє вміння застосовувати отримані знання до розв'язання конкретних задач.

Тип уроку: урок закріплення знань.

План уроку

Контроль знань	12 хв	Самостійна робота № 18 «Коефіцієнт корисної дії» (робота дається наприкінці уроку)
Закріплення вивченого матеріалу	33 хв	1. Розв'язання експериментальних задач. 2. Розв'язання якісних задач. 3. Поміркуй і відповідай

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

Засвоєнню й закріпленню знань з теми «Прості механізми. ККД» допомагає розв'язання експериментальних, якісних і розрахункових задач. Залежно від рівня знань учнів учитель повинен підібрати такі завдання, щоб учням було цікаво працювати на уроці. Нижче наводиться орієнтовний список задач, з яких учитель може вибрати ті, які необхідні для даного уроку.

Ці задачі можна розв'язувати відразу всім класом, а можна розбити клас на окремі групи й улаштувати невелике змагання: хто швидше й краще розв'яже ту або іншу задачу.

Експериментальні завдання:

- Спробуйте підібрати експериментально такий нахил дошки, щоб при рівномірному підйомі бруска по цій дошці можна було одержати вигреш у силі в три рази (є масштабна лінійка й динамометр).
- Спробуйте зрівноважити метрову лінійку вантажем масою 100 г.
- Візьміть гострозубці й ножиці різних видів і спробуйте визначити вигреш у силі при користуванні даними інструментами.
- Покладіть на підлогу швабру. Яку роботу треба виконати, щоб поставити її вертикально? Для розв'язання завдання скористайтеся динамометром і лінійкою.

- Напишіть ручкою на папері кілька слів. У цьому випадку ручка відіграє роль важеля. Чи програєте ви в силі? Чи виграєте? Придивіться до руху пальців і кінчика ручки під час написання. Знайдіть точку опори, оцініть плечі. У чому ж програєте, у чому виграєте? У скільки разів?

Якісні завдання:

- Спробуйте розрізати ножицями металевий дріт. Чому вам доводиться дріт поміщати ближче до гвинта ножиців?
- Коли ціпок тримають у руках за кінці, то його важко переломити. Якщо ж середину ціпка покласти на підставку, то переломити ціпок легко. Поясніть чому.
- Чи мають змінюватися величини сил, прикладених до напилка правою й лівою рукою під час обпилювання горизонтальної деталі?
- Як за допомогою рухомого й нерухомого блоків одержати вигреш у шляху й програш у силі?

Розрахункові завдання:

- Зобразіть похилу площину, що при довжині 8 м дає вигреш у силі в 2 рази.
- Тіло масою 20 кг піднімають по похилій площині. Яку силу необхідно прикласти в напрямку руху тіла, якщо довжина похилої площі 4 м, а висота 1 м? ККД похилої площини 80 %.
Розв'язок. Відповідно до визначення ККД:

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{внк}}}$$

Визначимо корисну роботу:

$$A_{\text{к}} = mgh.$$

Визначимо витрачену роботу:

$$A_{\text{внт}} = Fl.$$

Тоді

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{внт}}} = \frac{mgh}{Fl}.$$

Із цієї формули можна знайти силу:

$$F = \frac{mgh}{\eta l}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[F] = \frac{\text{кг} \frac{\text{Н}}{\text{м}}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}}} = \text{Н}.$$

Обчислюємо силу:

$$F = \frac{20 \cdot 10 \cdot 1}{0,8 \cdot 4} = 62,5 \text{ (Н)}.$$

- Вантаж масою 120 кг підняли на висоту 0,2 м за допомогою важеля. Відношення короткого плеча важеля до довгого дорівнює 1:6. Яку силу приклали до довгого плеча важеля й на яку відстань опустили його кінець, якщо ККД дорівнює 80 %? (Відповідь: 245 Н)
- Чому дорівнює ККД гідравлічної машини, якщо для підйому вантажу масою 1,2 т необхідно прикладати до меншого поршня силу 160 Н? Площі поршнів рівні 5 см² й 500 см². (Відповідь: 75 %)
- Вантаж масою 270 кг піднімають за допомогою нерухомого блока. Яку силу необхідно прикласти до вільного кінця мотузки, якщо ККД блока 90 %? (Відповідь: 3 кН)

Домашнє завдання-1

- У-1: § 19.
- С6-1:
 - рів1 — № 22.4, 22.5, 22.8, 22.9, 22.10.
 - рів2 — № 22.11, 22.13, 22.14, 22.18, 22.20.
 - рів3 — № 22.21, 22.24, 22.25, 22.27, 22.30.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 32.
- С6-2:
 - рів1 — № 25.3, 25.7, 25.13.
 - рів2 — № 25.8, 25.14, 25.18, 25.19.
 - рів3 — № 25.22, 25.23, 25.24, 25.25, 25.26.

Урок 7/41

Тема. Лабораторна робота № 10 «Визначення ККД похилої площини»

Мета уроку: навчитися визначати ККД похилої площини, переконатися в справедливості «золотого правила» механіки.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: дерев'яна дошка, дерев'яний брусок, динамометр, лінійка, штатив.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Закріпіть дошку під невеликим кутом α у штативі й виміряйте висоту h й довжину l похилої площини.
- Покладіть брусок на похилу площину. Прикріпивши до нього динамометр, рівномірно тягніть його нагору по похилій площині. Запишіть показання динамометра F .
- Виміряйте за допомогою динамометра силу ваги mg , що діє на брусок.
- Обчисліть витрачену роботу $A_{\text{вит}}$ при піднятті тіла по похилій площині і корисну роботу $A_{\text{к}}$ при підйомі тіла вертикально нагору.
- Обчисліть ККД похилої площини при заданому куті її нахилу.
- Повторіть двічі виміри й розрахунки, збільшуючи кути нахилу похилої площини. Результати вимірів й обчислень запишіть у таблицю.

№ досліду	l , см	h , см	F , Н	mg , Н	$A_{\text{вит}}$, Дж	$A_{\text{к}}$, Дж	η , %
1							
2							
3							

- Дослідіть отримані результати й з'ясуйте: чи одержуємо ми вигравш у силі? у роботі? Як ваша відповідь узгоджується із «золотим правилом» механіки?

Урок 8/42

Тема. Узагальнюючий урок

Мета уроку: навчити учнів застосовувати отримані знання для розв'язання конкретних задач; показати, яка користь була від проекту «вічних двигунів».

Тип уроку: урок закріплення знань.

План уроку

Демонстрації	3 хв	Проекти «вічних двигунів»
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Від великої омани до великого відкриття. 2. Загадки й розгадки «вічних двигунів». 3. Користь від пошуку вічних двигунів все-таки була!
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	Навчаємося розв'язувати задачі

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Від великої омани до великого відкриття

По небу вічно рухається Сонце, Місяць і планети, вічно обертається навколо своєї осі Земля... Вічно течуть ріки, і вічно біжать гнані вітром хмари... Люди навчилися навіть використовувати вічний рух води й вітру, побудувавши водяні й вітряні млини.

Тому не дивно, що розумами вчених й інженерів заволоділа зухвала думка: якщо вічний рух існує в природі, виходить, і людина може створити вічний двигун і змусити його служити собі. Міркування про створення вічного двигуна не давали спокою багатьом, навіть видатному італійському художникові й винахідникові Леонардо да Вінчі.

Чи слід всякого, хто в минулі століття намагався побудувати вічний двигун, уважати неуком чи божевільним?

З розвитком виробництва потреба у двигунах дедалі збільшувалася, а теплових двигунів ще не було. А після того, як їх винайшли, вони тривалий час залишалися занадто дорогими. Знаменита картина художника Іллі Репіна (*див. рисунок*) показує, як важко було обходитися без двигунів.



Однак всі спроби створити вічний двигун завжди закінчувалися невдачею. Учені й інженери довго не помічали принципового розходження між вічним рухом і вічним двигуном.

Вічний рух можливий, якщо повністю усунути тертя — таким, наприклад, є рух за інерцією, коли на тіло не діють інші тіла.

Однак вічний двигун, тобто пристрій, що виконував би роботу без споживання енергії, неможливий навіть за повної відсутності тертя.

Сьогодні ми знаємо, що це — наслідок закону збереження енергії. Але, як ми незабаром побачимо, цей великий закон зобов'язаний своїм відкриттям... саме вічним двигунам, що не відбулися.

Але чи були даремними всі спроби побудувати вічний двигун? Ні! Невдачі спонукали вчених по-новому глянути на проблему, що й призвело, зрештою, до відкриття закону збереження енергії.

2. Загадки й розгадки «вічних двигунів»

Найдавніший з відомих на сьогодні проектів вічного двигуна належить індійському поетові, математикові й астрономові Бхаскаре, що жив в XII столітті. Він пропонував на колесі закріплювати довгі закриті посудини, наполовину наповнені ртуттю (*див. рисунок*). Посудини розташовувалися під кутом до радіуса колеса, тому при будь-якому положенні колеса в його лівій частині перебуває більше ртуті, ніж у правій. Отже, за задумом «винахідника», колесо має обертатися проти годинникової стрілки.

У чому полягає помилка проекту?

У правій частині колеса ртуті, дійсно, менше, ніж у лівій, але ж ця ртуть перебуває далі від осі.



Розрахунок показує, що моменти сил, з якими діє на колесо ртуть у лівій і правій частині колеса, у точності врівноважують один одного. І тому внаслідок правила моментів колесо буде перебувати в рівновазі.

Приваблива ідея побудувати колесо, що не може перебувати в рівновазі й тому обертатиметься вічно, прямує крізь століття, підкоряючи одну країну за іншою.

Таким, наприклад, був один із проєктів Леонардо да Вінчі (*див. рисунок*). Як і всі інші, цей «вічний двигун» не працював, але виглядав гарніше за інші — адже його творцем був не тільки великий винахідник, але й великий художник.



У чому полягає помилка проєкту?

Якщо підрахувати, скільки кульок знаходиться з кожної сторони колеса, то виявиться, що ліворуч кульок більше. Розрахунок показує, що моменти сил, що обертають колесо в протилежні сторони, у точності рівні.

Як ми бачимо, більш пізні винахідники «вічних коліс» наводили докази, протилежні аргументам перших винахідників — тепер вони віддавали перевагу не силі, а плечу сили, але ще не вмiли правильно знаходити моменти сил.

3. Користь від пошуку вічних двигунів все-таки була!

Великий італієць Леонардо да Вінчі, що присвятив винаходу вічного двигуна багато років, з кожним новим проєктом дедалі глибше осягав проблему, що стояла перед ним. Зазнавши невдачі з будовою «вічного колеса» (про цей його проєкт ми розповіли вище), він уперше робить точний розрахунок моментів сил для «вічного колеса».

Ось його висновок: «сумарний момент сил, що обертають колесо в одну сторону, у точності дорівнює сумарному моменту сил, що обертають колесо в іншу сторону. Тому існування «вічного колеса» неможливо». Це — перший науково обґрунтований висновок про неможливість вічного двигуна.

Однак головний висновок стосовно неможливості створення вічного двигуна зробив Роберт Майєр. Він писав, що роздуми й нові спостереження й призвели його до відкриття закону збереження енергії.

Герман Гельмгольц, інший із учених, що відкрили закон збереження енергії, також говорив, що на думку про збереження енергії його навели багатовікові невдалі спроби створити вічний двигун.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Навчаємося розв'язувати задачі

1. Може видатися, що права, довша, частина ланцюга (*див. рисунок*), повинна постійно переважувати ліву, коротшу частину, внаслідок чого ланцюг має вічно обертати колеса, призводячи до руху певний механізм. У чому помилка проєкту?



2. За задумом автора проекту, зображеного на рисунку, колесо буде обертатися вічно, оскільки чотири молоточки завжди будуть переважувати три таких самих молоточки. У чому помилка проекту?



3. Наприкінці XVI століття нідерландський математик й інженер Симон Стевін пропонує розглянути ланцюжок з однакових кульок на двох похилих площинах (див. рисунок). У чому помилка проекту?



Розв'язок. Може видатися, що дві кульки на правій площині не можуть урівноважувати чотири кульки на лівій площині, і тому ланцюжок має вічно обертатися (проти годинникової стрілки). Але дослід свідчить, що ланцюжок перебуває в рівновазі. І тоді, виходячи з неможливості вічного двигуна, Стевін знаходить умови рівноваги тіл на похилій площині.

4. Обертаний на осі дерев'яний барабан частково занурений у воду (див. рисунок). За задумом авторів «винаходу», на занурену у воду частину барабана діє, відповідно до закону Архімеда, ви-

штовхувальна сила, спрямована угору. Тому барабан повинен вічно обертатися. У чому помилка проекту?



Розв'язок. Сили тиску води спрямовані перпендикулярно до верхні барабана, тобто спрямовані до осі барабана. Тому ці сили не обертають барабан, а тільки намагаються викривити вісь, на яку він посаджений.

Домашнє завдання-1

- У-1: § 20.
- С6-1:

рів1 — № 23.2, 23.3, 23.5, 23.6.

рів2 — № 23.8, 23.10, 23.11, 23.15.

рів3 — № 23.17, 23.18, 23.19, 23.21.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 30, 32.

ТЕПЛОВІ ЯВИЩА

4. Кількість теплоти. Теплові машини

- * Внутрішня енергія
- * Види теплообміну
- * Теплова рівновага. Вимірювання температури
- * Питома теплоємність
- * Енергія палива
- * Плавлення й кристалізація
- * Пароутворення й конденсація
- * Кипіння
- * Теплові двигуни

Тематичне планування

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
1	Внутрішня енергія	
2	Способи зміни внутрішньої енергії	
3	Конвекція	
4	Випромінювання	
5	Теплова рівновага й температура	
6	Лабораторна робота № 11	
7	Питома теплоємність речовини	
8	Лабораторна робота № 12	
9	Енергія палива	
10	Лабораторна робота № 13	
11	ККД нагрівача	
12	Лабораторна робота № 14	

№ з/п	Тема уроку	Дата проведення
13	Плавлення й кристалізація твердих тіл	
14	Рівняння теплового балансу при плавленні й кристалізації	
15	Графіки плавлення й тверднення кристалічних тіл	
16	Пароутворення й конденсація	
17	Кипіння. Питома теплота пароутворення	
18	Графіки випаровування, кипіння й конденсації	
19	Пояснення зміни агрегатних станів речовини на підставі атомно-молекулярного вчення	
20	Узагальнюючий урок	
21	Принцип дії теплових двигунів	
22	Двигун внутрішнього згорання	
23	ККД теплового двигуна	
24	Теплові двигуни й захист навколишнього середовища	
25	Узагальнюючий урок	
26	Тематичне оцінювання	
1	Способи заощадження енергетичних ресурсів	
2	Підсумковий урок	

Урок 1/43

Тема. Внутрішня енергія

Мета уроку: увести поняття внутрішньої енергії тіла як суми кінетичної енергії руху молекул і потенціальної енергії їх взаємодії.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	5 хв	1. Модель теплового руху. 2. Падіння пластилінової кульки. 3. Нагрівання тіл при виконанні роботи
Вивчення нового матеріалу	28 хв	1. Тепловий рух. 2. Що таке внутрішня енергія? 3. За якими ознаками можна довідатися, що внутрішня енергія змінилася? 4. Перетворення внутрішньої енергії під час стиску й розширення газу й при нагріванні тертям
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Тепловий рух

Без світла ми не могли б бачити навколишній світ, без звуку — чути, а без теплих променів сонця ні ми самі, ні рослини, ні тварини не могли б виникнути й, звичайно, існувати.

Явища, пов'язані з нагріванням або охолодженням тіл, зі зміною температури, називають тепловими.

Теплові явища людина навчилася використовувати ще з давніх часів для обігрівання свого житла, готування їжі й т. ін. До теплових явищ належать, наприклад, нагрівання й охолодження повітря, танення льоду, плавлення металів й ін.

Молекули або атоми, з яких складаються тіла, перебувають у безперервному хаотичному русі. Хаотичний рух молекул можна продемонструвати за допомогою моделі броунівського руху.

Учні вже знають, що дифузія при вищій температурі відбувається швидше. Це означає, що швидкість руху молекул і темпера-

тура зв'язані між собою. При підвищенні температури швидкість руху молекул збільшується, при зниженні — зменшується. Отже, швидкість руху молекул залежить від температури тіла.

➤ *Оскільки зі швидкістю руху молекул тіла пов'язана його температура, то хаотичний рух молекул, з яких складаються тіла, називають тепловим рухом.*

Звертаємо увагу учнів на те, що тепловий рух відрізняється від механічного тим, що в ньому бере участь дуже багато частинок і кожна рухається безладно.

2. Що таке внутрішня енергія?

Ми вже знаємо, що існують два види механічної енергії: кінетична й потенціальна. Кінетичною енергією тіла володіють внаслідок свого руху, потенціальною — внаслідок своєї взаємодії з іншими тілами. Кінетична й потенціальна енергія можуть перетворюватися одна в одну.

Кинемо на підлогу з деякої висоти пластилінову кульку. При падінні кульки її потенціальна енергія зменшується, а кінетична збільшується (повна ж механічна енергія кульки зберігається). Після того як кулька вдариться об підлогу, вона зупиниться. Кінетична й потенціальна енергія кульки відносно підлоги дорівнюватимуть нулю.

Чи означає це, що механічна енергія, якою володіла куля, безвісти зникла? Очевидно, ні.

Механічна енергія перетворилася в іншу форму енергії. Що ж являє собою ця інша форма енергії?

У результаті удару об стіл пластилінова кулька нагрілася й деформувалася. При цьому швидкість теплового хаотичного руху молекул кульки (а отже, і їхня кінетична енергія) збільшилася.

Таким чином, механічна енергія кульки не «зникла», а перейшла в так звану внутрішню енергію.

Очевидно, ця «внутрішня» енергія пов'язана з рухом і взаємодією частинок, з яких складається тіло.

➤ *Суму кінетичної енергії хаотичного руху й потенціальної енергії взаємодії частинок (атомів і молекул), з яких складається тіло, називають внутрішньою енергією.*

3. За якими ознаками можна дізнатися, що внутрішня енергія змінилася?

При підвищенні температури тіла швидкість теплового руху молекул, а значить, і їхня кінетична енергія збільшується. Отже, при підвищенні температури тіла його внутрішня енергія збільшується, а при зниженні — зменшується.

Таким чином,

➤ *перша ознака: зміна температури тіла.*

Коли вода перетворюється на пару, потенціальна енергія взаємодії молекул збільшується: адже для того, щоб «розтягти» одна від одної молекули води, що притягаються, необхідно виконати роботу.

Тому

➤ *друга ознака: зміна агрегатного стану.*

При згорянні вугілля атоми Карбону, що входять до складу вугілля, з'єднуються з атомами Оксигену, що входять до складу повітря. При цьому потенціальна енергія взаємодії молекул переходить у кінетичну енергію хаотичного руху молекул, тобто підвищується температура й внутрішня енергія.

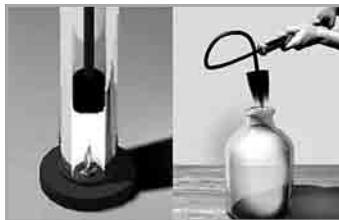
Отже,

➤ *третья ознака: зміна хімічного складу.*

4. Перетворення внутрішньої енергії під час стиску й розширення газу й при нагріванні тертям

Якщо ми спробуємо накачати велосипедну камеру насосом, то відчуємо, що насос нагрівся. Головною причиною нагрівання є в цьому випадку не тертя, а стиск повітря: стискаючи повітря, ми виконували роботу, збільшуючи внутрішню енергію газу.

Якщо помістити на дно товстостінного прозорого циліндра суху ватку й різко вставити поршень у циліндр, ватка загориться (див. рисунок). Чому?



Це відбулося внаслідок сильного стиску: повітря в циліндрі нагрілося до дуже високої температури.

А чи зміниться внутрішня енергія газу, якщо при розширенні газ сам виконає роботу?

Будемо накачувати повітря в товстостінну скляну посудину, щільно закриту пробкою. Коли тиск повітря в посудині стане досить великим, пробка вискочить, причому в посудині з'явиться туман (див. рисунок).

У цьому досліді газ, розширюючись, виконав роботу, передавши пробці механічну енергію. При цьому внутрішня енергія газу зменшилася.

Потріть один брусок об інший — вони нагріваються. Потріть швидко долоні. Ви відчули, що вони нагрілися? Виходить, їхня внутрішня енергія збільшилася. У цьому випадку механічна енергія переходить у внутрішню: ми виконуємо роботу, долаючи силу тертя.

Таким чином,

➤ *внутрішню енергію можна змінити, виконавши роботу — за рахунок стиску (розширення) газу або за допомогою тертя.*

Необхідно звернути увагу учнів на практичне застосування отриманих висновків.

- По-перше, сильне нагрівання газу при стиску використовують у дизельних двигунах, установлених в автомобілях, тракторах, кораблях.
- По-друге, у наших дослідах ми змоделювали появу хмар: піднімаючись, водяна пара розширюється й охолоджується, перетворюючись у крапельки води.
- По-третє, перехід частини внутрішньої енергії в механічну енергію відбувається в теплових двигунах, наприклад, в автомобільних. Розширюючись у циліндрі під поршнем, газ виконує роботу. При цьому газ охолоджується, тобто його внутрішня енергія зменшується.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? *Наведіть приклади теплових явищ.*
- ? *Якими видами енергії володіють частинки, з яких складається речовина?*

- ? Як внутрішня енергія пов'язана з температурою?
 ? За якими ознаками можна довідатися, що внутрішня енергія змінилася?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

- Як змінюються внутрішня й механічна енергія хокейної шайби: а) коли її виносять із теплої кімнати на мороз; б) коли літак, на якому перевозять шайбу (разом з хокейною командою), розганяється по злітній смузі; в) коли літак набирає висоту; г) коли по шайбі б'ють ключкою?
- Шайба ковзає по горизонтальній льодовій площадці. Як при цьому змінюється кінетична енергія шайби? Внутрішня енергія?

2. Поміркуй і відповідай

- Чи існують у природі тіла, у яких відсутня внутрішня енергія?
- Чому в газах внутрішня енергія в основному обумовлена тепловим рухом молекул, а у твердих тілах — їх взаємодією?
- Чи може тіло мати внутрішню енергію, але не мати при цьому механічної енергії?

Домашнє завдання-1

- У-1: § 21.
- Сб-1:
 рів1 — № 24.1, 24.3, 24.4, 24.6, 24.9.
 рів2 — № 24.11, 24.12, 24.15, 24.16, 24.17
 рів3 — № 24.19, 24.20, 24.22, 24.23, 24.24.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 34.
- Сб-2:
 рів1 — № 27.1, 27.2, 27.3.
 рів2 — № 27.12, 27.13, 27.14.
 рів3 — № 27.34, 27.35, 27.36, 27.37.

Урок 2/44

Тема. Способи зміни внутрішньої енергії

Мета уроку: познайомити учнів із двома способами зміни внутрішньої енергії.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	4 хв	1. Що таке внутрішня енергія? 2. У яких процесах змінюється внутрішня енергія тіл? Наведіть приклади таких процесів. 3. Від чого залежить внутрішня енергія тіла?
Демонстрації	5 хв	1. Нагрівання тіл при виконанні роботи. 2. Нагрівання тіл шляхом теплопередачі. 3. Теплопровідність металів
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Кількість теплоти. 2. Два способи зміни внутрішньої енергії. 3. Види теплообміну. 4. Теплопровідність
Закріплення вивченого матеріалу	6 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Кількість теплоти

Ми вже знаємо, що внутрішню енергію тіла можна збільшити, виконавши роботу — за допомогою тертя або стиску газу. А коли газ розширюється, він сам виконує роботу, і його внутрішня енергія зменшується.

А чи можна змінити внутрішню енергію тіла, не виконуючи роботи?

Звичайно, можна: так, гарячий чай у склянці остигає — його температура поступово наближається до кімнатної. А ложка, опущена в гарячий чай, нагрівається, її внутрішня енергія збільшується. Але робота при цьому не відбувається.

➤ *Зміну внутрішньої енергії тіла без виконання роботи називають теплообміном.*

При теплообміні відбувається зміна енергії.

► *Енергію, яку одержує або віддає тіло при теплообміні, називають кількістю теплоти.*

Кількість теплоти позначають звичайно Q . Якщо в процесі теплообміну внутрішня енергія тіла збільшується, то $Q > 0$, а якщо зменшується, то $Q < 0$.

Кількість теплоти вимірюють у джоулях.

2. Два способи зміни внутрішньої енергії

Потremo долоні дна об одну. Вони нагрілися — отже їх внутрішня енергія збільшилася.

Опустимо в гарячий чай холодну ложку. Молекули гарячої води починають передавати частину своєї кінетичної енергії молекулам металу, і ті починають рухатися швидше. Кінетична енергія молекул води при цьому зменшується, а кінетична енергія частинок ложки — збільшується. Разом з кінетичною енергією змінюється й внутрішня енергія, але ця зміна відбувається без виконання роботи.

Отже,

► *існують два способи зміни внутрішньої енергії: 1) шляхом виконання механічної роботи; 2) шляхом теплообміну.*

Необхідно звернути увагу учнів, що зміна внутрішньої енергії тіла завжди відбувається за рахунок енергії інших тіл: при виконанні роботи — за рахунок механічної енергії; при теплообміні — за рахунок зміни внутрішньої енергії.

3. Види теплообміну

Отже, у процесі теплообміну кількість теплоти може передаватися від більш нагрітого тіла до менш нагрітого. Наприклад, від батареї водяного опалення нагрівається повітря у квартирі. Теплообмін має місце й у природі. Наприклад, теплова течія в океані (Гольфстрім) нагріває повітря біля його поверхні.

Познайомимося з основними видами теплообміну.

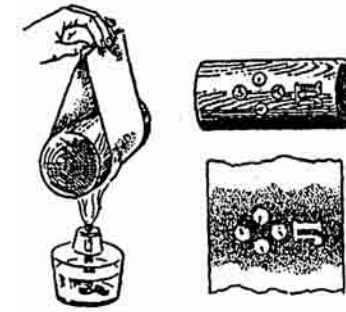
Існують три способи теплообміну: **теплопровідність, конвекція, випромінювання.**

4. Теплопровідність

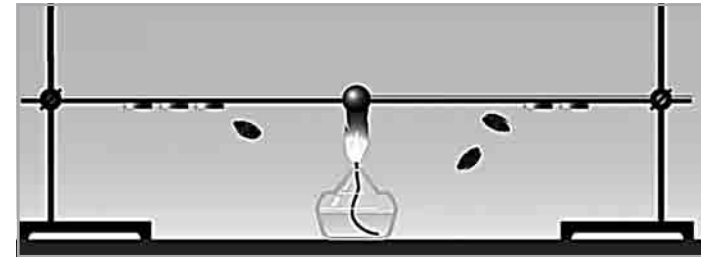
Познайомимося з першим способом — теплопровідністю.

Поставимо два проблемних досліди:

- а) на дерев'яний циліндр наколюємо ряд кнопок, обертаємо його одним шаром паперу (*див. рисунок*). При короткочасному розміщенні циліндра в полум'ї пальника відбувається нерівномірне обвуглювання паперу. Ставимо питання: «Чому папір, що прилягає до кнопок, обвуглюється менше?»



- б) Закріпимо в одному штативі кінець мідного стрижня, а в іншому штативі — кінець сталевого стрижня таких самих розмірів. До кожного стрижня приліпимо знизу воском кілька монеток і будемо нагрівати вільні кінці стрижнів (*див. рисунок*).



Незабаром віск почне плавитися, й монетки почнуть відпадати від стрижнів.

Узагальнюючи відповіді учнів, з'ясуємо, що при нагріванні відбувається збільшення швидкості руху молекул, з яких складається тіло. Цей рух передається сусіднім молекулам, у результаті швидкість цих молекул й, отже, температура даної частини тіла зростає.

► *Вид теплообміну, обумовлений передачею енергії від одного тіла до іншого або від одних частин тіла до інших у резуль-*

таті теплового руху й взаємодії частинок, називають теплопровідністю.

Найбільш відмітна властивість теплопровідності: при цьому процесі не відбувається переносу речовини.

Виміри показують, що великою теплопровідністю володіють метали, особливо срібло й мідь. Вода, цегла й скло «проводять тепло» у сотні разів гірше, ніж мідь, і в десятки разів гірше, ніж сталь. Теплопровідність дерева в кілька разів менше, ніж цегли.

Дуже мала теплопровідність газів. Цим обумовлена мала теплопровідність пухнастих тканин, наприклад вовни: між їхніми волокнами багато повітря. З тієї ж причини мала й теплопровідність пористих матеріалів (типу пінопласту), а також снігу, особливо який тільки-но випав. «Теплий» сніжний покрив уберігає взимку від вимерзання ґрунт і рослини (озимі).

Речовини з малою теплопровідністю використовують як утеплювачі й теплоізолятори.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? *Що таке кількість теплоти? Яка одиниця кількості теплоти?*
- ? *Наведіть приклади зміни внутрішньої енергії за допомогою теплообміну.*
- ? *Наведіть приклади, які речовини мають найбільшу й найменшу теплопровідність.*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Чому вираз «шуба гріє» є неправильним?
2. Чому в спеку жителі пустелі надягають на себе хутряний одяг?
3. Чому сніг має погану теплопровідність?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 22 (п. 1, 2).
2. С6-1:
 - рів1 — № 24.2, 24.8, 25.4, 25.5, 25.6.
 - рів2 — № 24.14, 24.18, 25.16, 25.17, 25.20.
 - рів3 — № 24.23, 24.25, 25.31, 25.32, 25.41.

Домашнє завдання-2

1. У-2: §§ 35, 36.
2. С6-2:
 - рів1 — № 27.4, 27.5, 27.6, 27.7, 27.15.
 - рів2 — № 27.16, 27.17, 27.18, 27.19, 27.20.
 - рів3 — № 27.21, 27.22, 27.23, 27.38, 27.39.

Урок 3/45

Тема. Конвекція

Мета уроку: познайомити учнів з конвекцією як одним зі способів передачі енергії в рідинах і газах; показати значення конвекції в житті людини.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

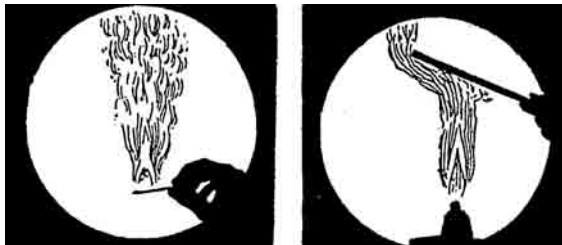
Контроль знань	6 хв	1. Чому порівняно тонкий шар снігу охороняє озимі посіви від вимерзання? 2. Поясніть фізичний зміст японського прислів'я: «Швидко нагрівається — швидко остигає». 3. Поясніть фізичний зміст російського прислів'я: «Багато снігу — багато хліба»
Демонстрації	5 хв	Конвекція в газах і рідинах
Вивчення нового матеріалу	26 хв	1. Спостерігаємо конвекцію в рідинах і газах. 2. Познайомимось з механізмом конвекції. 3. Спостерігаємо конвекцію в природі й використовуємо її в нашому житті
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Спостерігаємо конвекцію в рідинах і газах

Теплопровідність рідин і газів дуже мала, але й у газах, і в рідинах існує теплообмін. Це відбувається за рахунок перемішування холодного й теплового повітря або холодної й теплої частин рідини.

Вид теплообміну, обумовлений переносом речовини, — потоками газу або рідини — називають конвекцією.



Великий інтерес учнів викликає спостереження «конвекції в повітрі» у тіньовій проекції (див. рисунок).

Конвекцію в рідині можна спостерігати, нагріваючи колбу з водою, на дні якої поміщений кристалик перманганату калію, що забарвлює конвекційні потоки.

Конвекція відбувається тільки в рідинах і газах. Вона може бути природною й вимушеною.

Природна конвекція виникає в полі сили ваги при нерівномірному нагріванні текучих речовин. При природній конвекції перемішування речовини відбувається внаслідок різниці температури окремих місць середовища й зумовленої нею відмінності густин.

Вимушена конвекція відбувається головним чином від зовнішнього впливу (за допомогою насоса, мішалки й т. ін.).

2. Познайомимось з механізмом конвекції

Явище конвекції можна пояснити законом Архімеда та явищем теплового розширення тіл. При підвищенні температури об'єм рідини зростає, а густина зменшується. Під дією архімедової сили менш густа нагріта рідина піднімається вгору, а більш густа холодна рідина опускається вниз.

Якщо ж рідину нагрівати зверху, то менш густа тепла рідина там і залишається й конвекція не виникає.

3. Спостерігаємо конвекцію в природі й використовуємо її в нашому житті

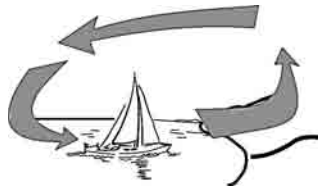
І нагрівання, й охолодження повітря в приміщеннях засновано на конвекції. Охолоджувальні пристрої доцільно розташовувати нагорі, ближче до стелі, щоб здійснювалася природна конвекція. Обігрівальні прилади розташовують унизу поблизу підлоги під підвіконням. Повітря, що нагрівається ними, піднімаючись угору, змішується з холодним повітрям, що опускається від вікна. У результаті в кімнаті встановлюється майже рівномірна температура. Цього не відбувалося б, якби батареї розташовувалися біля стелі.

У повітряному зазорі між шибками взимку також відбувається конвекція: уздовж холодного зовнішнього скла повітря, охолоджуючись, «стікає» униз, а уздовж теплового внутрішнього скла, нагріваючись, піднімається. Якщо повітряний зазор досить малий

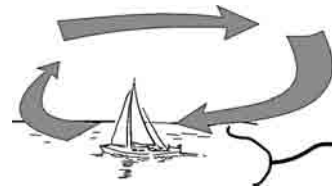
(як у склопакетах), зустрічні повітряні потоки гальмують один одного, тому такі вікна забезпечують кращу теплоізоляцію.

Конвекційні потоки виникають й усередині каструль із рідини, які нагріваються на кухонній плиті.

Всі вітри в атмосфері являють собою конвекційні потоки величезного масштабу. Конвекцією пояснюються, наприклад вітри бризи (між сушею й морем; між лісом і ріллею, між горами й долиною).



Денний бриз



Нічний бриз

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Поясніть, як і чому відбувається переміщення повітря над нагрітою лампою.
- ? У чому полягає явище конвекції?
- ? Чим відрізняється конвекція від теплопровідності?
- ? Наведіть приклади природної й вимушеної конвекції.
- ? Чому рідини й гази нагріваються знизу?
- ? Чому конвекція неможлива у твердих тілах?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Чому в холодному приміщенні у нас, насамперед, мерзнуть ноги?
2. Чи буде горіти свіча в космічній станції в умовах невагомості? Як зміниться відповідь, якщо поруч зі свічею працюватиме вентилятор?
3. Яким способом охолоджується повітря в кімнаті взимку при відкритій квартирі?

4. Бажаючи остудити каструлю з компотом до кімнатної температури якнайшвидше, господарка поставила її на лід. Чи правильно вона зробила?
5. Чому рибалки, що працюють на вітрильних суднах, намагаються іти в море вночі, а повертатися з лову удень?
6. Літак вилетів у тайгу на розвідку лісової пожежі. Коли літак пролітав над місцем пожежі, його сильно підкинуло угору. Чому?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 22 (п. 2).
2. С6-1:
 - рів1 — № 25.7, 25.8, 25.9, 25.10, 25.11.
 - рів2 — № 25.22, 25.23, 25.28, 25.29.
 - рів3 — № 25.33, 25.34, 25.35, 25.42.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 37.
2. С6-2:
 - рів1 — № 27.8, 27.9, 27.24.
 - рів2 — № 27.25, 27.26, 27.27.
 - рів3 — № 27.40, 27.41, 27.45, 27.46, 27.47.

Урок 4/46

Тема. Випромінювання

Мета уроку: познайомити учнів з випромінюванням як одним зі способів теплообміну; установити особливості процесу випромінювання і урахування його специфіки у побуті й техніці.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	6 хв	1. Який процес називається конвекцією? 2. Як відбувається конвекція в рідинах? У газах? 3. Як пояснити конвекцію на підставі закону Архімеда? 4. Де спостерігається конвекція в природі? Наведіть приклади
Демонстрації	6 хв	1. Випромінювання. 2. Залежність випромінювання й поглинання енергії від характеру й кольорів поверхні
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Ознайомлюємося з випромінюванням. 2. З'ясуємо деякі особливості випромінювання. 3. Спостерігаємо випромінювання в природі. 4. Порівняння різних видів теплообміну
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Ознайомлюємося з випромінюванням

Нам добре відомо, що основним джерелом тепла на Землі є Сонце. У який же спосіб передається тепло від Сонця? Адже Земля перебуває від нього на відстані $1,5 \cdot 10^8$ км. Весь цей простір за межами нашої атмосфери містить дуже розріджену речовину.

Як відомо, у вакуумі перенесення енергії шляхом теплопровідності майже неможливе. Не може відбуватися воно і за рахунок конвекції. Отже, існує ще один вид теплообміну.

Теплообмін між Сонцем і Землею відбувається за допомогою випромінювання.

➤ Вид теплообміну, обумовлений перенесенням теплоти шляхом випромінювання, називають **випромінюванням**.

Випромінюють енергію не тільки світні тіла: піднесіть руку до нагрітої праски знизу, і ви відчуєте таке саме тепло, як від лампи накалювання. І в цьому випадку теплообмін відбувається завдяки випромінюванню.

2. З'ясуємо деякі особливості випромінювання

При променистому теплообміні передача теплоти обумовлена перетворенням частини внутрішньої енергії тіла в енергію електромагнітного випромінювання, що переноситься в просторі й поглинається іншими тілами. У результаті поглинання тілом енергії випромінювання відбувається її зворотне перетворення у внутрішню енергію.

Характер випромінювання істотно залежить від температури тіла. Так, при температурі до 600°C випускається невидиме інфрачервоне випромінювання, яке ми добре сприймаємо шкірою.

При температурах порядку 800°C тіло випускає видиме випромінювання вишнево-червоних кольорів. З підвищенням температури до $1000\text{--}2000^\circ\text{C}$ виникає випромінювання жовтогарячого і жовтого кольору. При температурі близько 6000°C (температура поверхні Сонця) випромінювання стає блакитнувато-білим. Але це не означає, що в ньому є тільки видиме оком випромінювання. У ньому міститься й інфрачервоне випромінювання, яке в основному й дає відчуття тепла, а також ультрафіолетове випромінювання, дія якого викликає засмагу, і рентгенівське випромінювання.

У разі ще більш високої температури, близько $1000\text{--}2000^\circ\text{C}$, колір випромінювання стає блакитним. Саме за кольорами зірок в астрономії визначають їхню температуру.

Чи всі тіла однаково нагріваються за допомогою електромагнітного випромінювання, що вони поглинають?

Виявляється, темні тіла краще нагріваються випромінюванням, ніж блискучі. Це відбувається тому, що темні тіла добре поглинають електромагнітні хвилі, що надходять до них, а тіла із блискучою й світлою поверхнею більшу частину електромагнітних хвиль, що надходять, відбивають.

У XIX столітті німецький фізик Г. Кірхгоф установив закон, з якого випливає, що тіла, які інтенсивно поглинають енергію,

також інтенсивно будуть її випромінювати. Розглянемо приклад, що підтверджує цю закономірність.

Виконаємо дослід з металевим кубом: одна грань куба пофарбована чорною фарбою, друга — білою фарбою, а третя — відполірована до дзеркального блиску.



Усередину наливають окріп. Підносячи долоню на рівну відстань до різних граней, неважко помітити, що чорна грань сильно випромінює тепло, а біла й дзеркальна грані — набагато слабше.

3. Спостерігаємо випромінювання в природі

Здатність тіл по-різному поглинати енергію випромінювання знаходить широке застосування в побуті й техніці. Наприклад, улітку в чорній футболці краще не виходити на вулицю, тому що вона сильно нагрівається під променями сонця; у білій футболці помітно прохолодніше.

Літаки, скафандри космонавтів, призначені для виходу у відкритий космос, пофарбовані в сріблясті кольори.

4. Порівняння різних видів теплообміну

Давайте порівняємо різні види теплообміну:

- у випадку теплопровідності — це перенесення енергії частинками тіла, не пов'язане з переміщенням самої речовини;
- у випадку конвекції — перенесення енергії струменями самої речовини, що переміщуються;
- у випадку випромінювання — це перенесення енергії електромагнітним полем.

Турист зупинився відпочити. Живлюще тепло багаття зігріває і юшку в казанку, і самого туриста. Інакше кажучи, відбувається теплообмін.

На рисунку представлені три способи теплообміну: теплопровідність, випромінювання й конвекція. Шляхом теплопровідності

через дно й стінки казанка внутрішня енергія полум'я переходить у внутрішню енергію туристської юшки. Шляхом випромінювання — у внутрішню енергію долонь туриста і його одягу. А шляхом конвекції — у внутрішню енергію повітря над багаттям.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чому енергія від Сонця до Землі не може передаватися ані конвекцією, ані теплопровідністю?
- ? Що таке променистий теплообмін?
- ? Які тіла краще, а які гірше поглинають енергію випромінювання?
- ? Чи добре нагрівається дзеркало?
- ? Наведіть приклади, що показують, що тіла з темною поверхнею більше нагріваються випромінюванням, ніж зі світлою.
- ? Який з видів теплопередачі відіграє основну роль у нагріванні води в чайнику?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Людина гріється біля багаття. Який із трьох видів теплопередачі відіграє головну роль у передачі тепла від багаття до людини?
2. Земля безупинно випромінює енергію в космічний простір. Чому ж Земля не замерзає?
3. Який сніг скоріше тане навесні: чистий на полях або брудний у містах? Чому?
4. Стінки термоса роблять подвійними, причому між ними створюють вакуум. Внутрішні поверхні стінок — дзеркальні. Пояснить, виходячи із цього, чому термос добре зберігає тепло (і холод).
5. Склянка наполовину заповнена окропом. У якому із двох випадків вийде менш гаряча вода: 1) якщо почекати 5 хвилин, а потім долити в склянку холодну воду; 2) якщо відразу долити холодну воду, а потім почекати 5 хвилин? *Вказівка.* Теплообмін між тілами відбувається тим швидше, чим більше різниця температур цих тіл.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 22.
2. С6-1:
 - рів1 — № 25.12, 25.13, 25.14, 25.15.
 - рів2 — № 25.26, 26.10, 26.13, 26.15.
 - рів3 — № 25.37, 26.17, 26.19, 26.20.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 38.
2. С6-2:
 - рів1 — № 27.10, 27.11, 27.28.
 - рів2 — № 27.29, 27.30, 27.31, 27.32.
 - рів3 — № 27.33, 27.48, 27.49, 27.50, 27.51.
3. Підготуватися до самостійної роботи № 19 «Внутрішня енергія. Види теплообміну».

Завдання для самостійної роботи № 19
«Внутрішня енергія. Види теплообміну»
Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Метеорит, що влетів у земну атмосферу, розжарився.
 - А** Метеорит нагрівся внаслідок тертя об повітря.
 - Б** Атмосфера передала метеориту деяку кількість теплоти.
 - В** Після падіння на землю внутрішня енергія метеорита не змінилася.
2. Який з видів теплообміну супроводжується перенесенням речовини? Виберіть правильне твердження.
 - А** Теплопровідність;
 - Б** випромінювання;
 - В** конвекція.

Середній рівень

1. Одяг яких кольорів варто носити взимку; улітку?
2. Улітку лід зберігають під шаром опурків і землі. Чому?

Достатній рівень

1. а) Чому після сильного шторму вода в морі стає теплішою?
 б) Чи горітиме свіча на борту космічного орбітального комплексу?

2. а) Чим пояснити, що при вбиванні цвяха його капелюшок майже не нагрівається, але, коли цвях убитий, достатньо декількох ударів, щоб капелюшок сильно нагрівся?
 б) Чому термоси виготовляють круглого, а не квадратного перерізу?

Високий рівень

1. а) Із дна водойми спливає бульбашка повітря. За рахунок чого збільшується її потенціальна енергія? Чи змінюється при цьому її внутрішня енергія?
 б) У чашку налили гарячої кави. Що треба зробити, щоб кава охолола швидше: налити в неї молоко відразу чи через деякий час?
2. а) Чому ковзани легко ковзають по льоду, а по склу, поверхня якого більш гладка, на ковзанах кататися не можна?
 б) Земля безупинно випромінює енергію в космічний простір. Чому ж Земля не замерзає?

Урок 5/47

Тема. Теплова рівновага й температура

Мета уроку: познайомити учнів з умовою теплової рівноваги; пояснити будову і принцип роботи термометра.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 19 «Внутрішня енергія. Види теплообміну»
Демонстрації	6 хв	1. Відчуття температури людиною. 2. Вимірювання температури термометром
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Теплова рівновага. 2. Вимірювання температури. 3. Термометри
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Теплова рівновага

У навколишньому світі відбуваються різні фізичні явища, які пов'язані з нагріванням й охолодженням тел. Такими словами, як «холодний», «теплий» й «гарячий», ми вказуємо на різний ступінь нагрятості тіл.

Ступінь «нагрятості» тіл характеризують уже знайомою нам фізичною величиною — температурою.

► **Температура** визначає напрямок теплообміну — при теплообміні внутрішня енергія переходить від тіла з більшою температурою до тіла з меншою температурою.

Якщо тіла можуть обмінюватися теплом, але теплообміну між ними не відбувається, то температури цих тіл однакові. Говорять, що в цьому випадку тіла перебувають у **тепловій рівновазі**.

Якщо в процесі теплообміну тіло 1 передає деяку кількість теплоти Q тілу 2, то $t_1 > t_2$. Якщо ж ці тіла перебувають у тепловій рівновазі, то $t_1 = t_2$.

При тепловій рівновазі двох тіл енергія, передана щомиті від першого тіла другому, у середньому дорівнює енергії, переданій від

другого тіла першому, — у результаті внутрішня енергія кожного тіла залишається незмінною.

2. Вимірювання температури

Використовуючи поняття про тепловий рух, перейдемо до уточнення поняття температури. З життєвого досвіду школярам відомо, що різні тіла можуть бути нагріті різною мірою. Однак відчуття тепла й холоду є суб'єктивним фактом. У суб'єктивності теплового відчуття учні можуть переконатися на таких дослідах.

Установимо на столі три посудини з водою: одну з гарячою водою, другу — з холодною й третю — з теплою. Можна запропонувати одному з учнів помістити ліву руку в посудину з гарячою водою, а праву — у посудину з холодною. Через якийсь час учневі пропонують обидві руки опустити в посудину з теплою водою. Учень повідомляє, що права рука відчуває тепло, а ліва — холод, хоча обидві руки перебувають в одній і тій самій воді.

Робимо висновок:

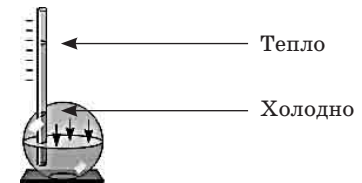
► за допомогою відчуттів судити про температуру не можна.

Виникає проблема: потрібно знайти таку ознаку або таку властивість тіл, що ясно вказувала б на те, як тіло нагріте. Такою ознакою може бути розширення тіл при нагріванні. Чим більше нагріте тіло, тим більше його об'єм, тим інтенсивніше хаотичний рух молекул й атомів.

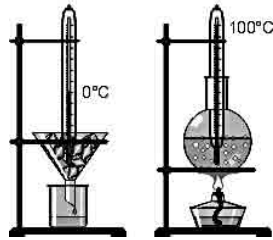
Таким чином, для вимірювання температури потрібні спеціальні вимірювальні прилади — термометри.

Перший термометр (тоді його називали термоскопом) сконструював Галілео Галілей.

Винаходу термометра передувало створення термоскопа — приладу, що відзначав зміну температури. При потеплінні повітря усередині кулі розширювалося й витісняло воду з кулі в трубку. За зміною рівня води й судили про зміну температури.



Зусиллями А. Цельсія й іншого шведського вченого, К. Ліннея була створена шкала, якою ми користуємося й сьогодні. У ній є дві постійні точки: $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ — температура співіснування води й льоду, $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ — температура кипіння води при нормальному атмосферному тиску. Відстань між цими так званими реперними точками шкали, поділена на 100 рівних частин, називається градусом температурної шкали Цельсія (лат. «градус» — крок, щабель).



3. Термометри

У цій частині уроку необхідно зупинитися на розгляді будови деяких термометрів. При цьому учням варто пояснити:

- 1) принцип дії термометра;
- 2) градування термометра;
- 3) шкалу термометра;
- 4) правила вимірювання температури.

Необхідно звернути увагу учнів на такі факти: будь-який термометр завжди показує свою температуру; щоб він показав температуру деякого тіла, необхідно, щоб температура термометра дорівнювала температурі тіла, тобто щоб термометр перебував у тепловій рівновазі з тілом; для встановлення теплової рівноваги необхідний певний час.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Що таке теплова рівновага? Що можна сказати про температуру тіл, що перебувають у тепловій рівновазі?
- ? Який фізичний зміст температури?
- ? Як треба користуватися термометром при вимірюванні температури?

- ? Як улаштована шкала Цельсія?
- ? На чому заснована дія газових і рідинних термометрів?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Чим незручний був би термометр із водою замість ртуті?
2. Чому розміри термометра повинні бути невеликими порівняно з розмірами тіла, температуру якого вимірюють цим термометром?
3. Чому показання медичного термометра варто дивитися лише через 5 хв після того, як він був поставлений хворому?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 23.
2. С6-1:
 - рів1 — № 25.30, 26.2, 26.5, 26.6, 26.8.
 - рів2 — № 25.25, 25.27, 25.28, 26.14.
 - рів3 — № 25.38, 25.39, 25.40, 26.17, 26.18.

Домашнє завдання-2.

1. У-2: § 33.
2. С6-2:
 - рів1 — № 26.1, 26.2, 26.3, 26.4, 26.5.
 - рів2 — № 26.6, 26.7, 26.8, 26.9, 26.10.
 - рів3 — № 26.11, 26.12, 26.13, 26.14, 26.15.

Урок 6/48

Тема. Лабораторна робота № 11 «Вимірювання температури за допомогою різних термометрів»

Мета уроку: виміряти температуру тіла за допомогою різних термометрів.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: два рідинних спиртових лабораторних термометри, посудина з теплою водою (температура не повинна перевищувати 60 °С).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Визначте ціну поділки кожного із запропонованих вам термометрів і границі вимірювання температури цими термометрами. Заповніть у зошиті для лабораторних робіт таблицю:

Найменування термометра	Нижня межа вимірювання	Верхня межа вимірювання	Ціна поділки

- Опустіть лабораторні термометри в посудину з теплою водою й почекайте, поки їхні показання перестануть змінюватися. Не виймаючи термометри з води, визначте їхні показання. Результати запишіть у зошит для лабораторних робіт.

Урок 7/49

Тема. Питома теплоємність речовини

Мета уроку: дати учням знання про питому теплоємність речовини, навчити розраховувати кількість теплоти в теплових процесах.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	<ol style="list-style-type: none"> Що таке теплова рівновага? Що можна сказати про температуру тіл, що перебувають у тепловій рівновазі? На чому заснована дія газових і рідинних термометрів? Як треба користуватися термометром при вимірюванні температури?
Демонстрації	6 хв	<ol style="list-style-type: none"> Демонстрація на приладі «Теплоємність металів» виділення тілами рівної маси з різних речовин неоднакових кількостей теплоти під час їх охолодження. Нагрівання рівних мас води й масла
Вивчення нового матеріалу	25 хв	<ol style="list-style-type: none"> Від чого залежить кількість теплоти, необхідна для нагрівання тіла? Питома теплоємність речовини. Порівняння питомих теплоємностей різних речовин. Рівняння теплового балансу
Закріплення вивченого матеріалу	9 хв	<ol style="list-style-type: none"> Контрольні питання. Навчаємося розв'язувати задачі. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

- Від чого залежить кількість теплоти, необхідна для нагрівання тіла?

Нам уже відомо, що внутрішня енергія тіла може змінюватися як шляхом виконання роботи, так і шляхом теплопередачі (без виконання роботи).

➤ *Енергію, яку одержує або втрачає тіло при теплопередачі, називають кількістю теплоти.*

Познайомимося із приладом для кількісного вивчення теплових явищ. На рисунку ви бачите калориметр — прилад для вимірювання кількості теплоти. Найпростіший шкільний калориметр складається із двох склянок: внутрішнього алюмінієвого й зовнішнього пластмасового. Склянки розділені повітряним проміжком.

Як же підрахувати кількість теплоти Q , необхідну для нагрівання тіла?

По-перше, внутрішня енергія визначається швидкістю теплового руху частинок, з яких складається тіло, отже, кількість теплоти як міра зміни внутрішньої енергії пов'язана з температурою тіла. Якщо температура тіла зросла, то тіло одержало деяку кількість теплоти, якщо понизилася — то віддало. Таким чином, кількість теплоти залежить від зміни температури тіла:

$$Q \sim \Delta t.$$

По-друге, кількість теплоти залежить також від маси тіла. Як показує досвід, чим більше маса тіла, тим більша кількість теплоти буде потрібна для нагрівання тіла до однієї й тієї самої температури. Звідси можна зробити висновок, що кількість теплоти пропорційна масі тіла:

$$Q \sim m.$$

По-третє, маси молекул тіл різних речовин різні, тобто при однаковій зміні температури кількість теплоти, отримана або віддана цими тілами, буде різною. Таким чином, кількість теплоти Q залежить від роду речовини.

► *Кількість теплоти, передана тілу при нагріванні, залежить від роду речовини, з якої воно складається, від маси цього тіла й від зміни його температури.*

2. Питома теплоємність речовини

Нагріємо на однакових пальниках дві посудини. Перша посудина містить воду, а друга — рослинне масло такої ж маси. Спостерігаючи за показаннями термометрів, ми побачимо, що масло нагрівається швидше. З'ясовуючи, чому це відбувається, ми приходимо до поняття питомої теплоємності речовини.

► *Питома теплоємність речовини показує, яка кількість теплоти необхідна, щоб змінити температуру 1 кг даної речовини на 1 °С.*

Питома теплоємність позначається буквою c , її одиницею в СІ є $1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

У різних речовин питома теплоємність має різні значення.

Так, наприклад, питома теплоємність цинку $400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

Це означає, що для нагрівання цинку масою 1 кг на 1 °С необхідно затратити кількість теплоти, що дорівнює 400 Дж.

3. Порівняння питомих теплоємностей різних речовин

Питома теплоємність — це характеристика речовини, й вона не залежить від маси тіла й зміни його температури.

Розглянемо таблицю питомих теплоємностей деяких речовин.

Речовина	c , Дж/(кг·°С)	Речовина	c , Дж/(кг·°С)
Золото	130	Алюміній	920
Ртуть	140	Лід	2100
Мідь	400	Спирт	2500
Залізо	460	Вода	4200

Вода, наприклад, має дуже велику питому теплоємність. Тому вода в морях й океанах, нагріваючись повільно, поглинає значну кількість теплоти. Завдяки цьому в тих місцях, які розташовані близько від великих водойм, улітку не буває так спекотно, як у місцях, віддалених від води.

Узимку вода, повільно остигаючи, віддає велику кількість теплоти, тому зима в цих умовах менш сувора. Саме завдяки великій питомій теплоємності вода широко використовується в системі водяного опалення, у побуті й медицині, наприклад у грілках.

Слід пам'ятати, що питома теплоємність речовини, що перебуває в різних агрегатних станах, різна.

Наприклад, ртуть у стані рідини має питому теплоємність $138 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$, а у твердому стані — $129 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

4. Рівняння теплового балансу.

Для розрахунку кількості теплоти, яку необхідно передати тілу масою m для нагрівання його від початкової температури t_n до кінцевої температури t_k , можна скористатися формулою:

$$Q = cm(t_k - t_n).$$

Наведене співвідношення справедливо й тоді, коли тіло не нагрівають, а охолоджують: у такому випадку кінцева температура t_k нижче початкової температури t_n й, отже, $Q < 0$, тобто тіло віддає деяку кількість теплоти.

Розглянемо випадок, коли теплообмін відбувається тільки між двома тілами, тобто ні з якими іншими тілами вони теплом не обмінюються. Таку систему тіл називають теплоізолюваною. Щоб зробити систему тіл теплоізолюваною, тіла поміщають у калориметр.

Наприклад, у калориметр воду й зануримо в неї мідний брусок, вийнятий з окропу. Між бруском і водою почнеться теплообмін, внаслідок якого незабаром установиться тепла рівновага: брусок і вода будуть мати однакову температуру — позначимо її t .

У процесі теплообміну вода одержить кількість теплоти, тому для води $Q_B = c_B m_B (t - t_B) > 0$. Брусок же віддасть деяку кількість теплоти, тому для бруска $Q_M = c_M m_M (t - t_M) < 0$. Систему «вода + брусок» ми вважаємо теплоізолюваною, тому, відповідно до закону збереження енергії, $Q_B + Q_M = 0$, звідси одержуємо:

$$c_B m_B (t - t_B) + c_M m_M (t - t_M) = 0.$$

Це рівняння часто називають *рівнянням теплового балансу*.

Рівняння теплового балансу можна, звичайно, узагальнити на випадок декількох тіл: якщо система цих тіл теплоізолювана, $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$. Якщо тіло здобуває енергію при теплопередачі, то $Q > 0$. Якщо тіло віддає енергію при теплопередачі, то $Q < 0$.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Чому не можна тільки за зміною температури тіла судити про отриману ним кількість теплоти?
- ? Від чого залежить кількість теплоти, яку необхідно передати тілу для нагрівання?

- ? *Питома теплоємність свинцю дорівнює 130 Дж/(кг·°C). Що це означає?*
- ? *Що ефективніше використати як грілку — 2 кг води чи 2 кг піску за тієї ж температури?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Залізного тягарцеві масою 100 г передали 920 Дж теплоти. На скільки градусів нагрівся тягарець?
2. Яка питома теплоємність речовини, якщо для нагрівання 1 кг цієї речовини на 2 °C потрібна була кількість теплоти 1 кДж?
3. Для нагрівання цегельної печі масою 1,5 т витрачено 26,4 МДж теплоти. До якої температури нагріли піч, якщо початкова температура була 10 °C?

Розв'язок. Відповідно до визначення, $Q = cm(t_2 - t_1)$. Звідси знаходимо кінцеву температуру печі:

$$t_2 = \frac{Q}{cm} + t_1.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[t_2] = \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot \text{кг}} + \text{°C} = \text{°C}.$$

З таблиці знаходимо, що питома теплоємність цегли дорівнює $880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$. Обчислюємо температуру печі:

$$t_2 = \frac{26,4 \cdot 10^6}{880 \cdot 1,5 \cdot 10^3} + 10 = 20 + 10 = 30 \text{ (°C)}.$$

Відповідь: піч нагрілася до 30 °C.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чим пояснюється, що в пустелях дуже великі добові перепади температур?
2. Які особливості клімату обумовлені великою питомою теплоємністю води?

- У міських парках установлюють фонтани. Чому спекотного дня поблизу фонтану відчувається прохолода?
- У якому випадку гаряча вода в склянці остигнеться більше: якщо в склянку опустити срібну ложку чи таку саму алюмінієву? Чому?
- Для охолодження інструментів, що нагріваються при роботі (різців, свердел), часто використовують воду. Чим можна пояснити цей факт?

Домашнє завдання-1

- У-1: § 24.
- С6-1:
 - рів1 — № 27.1, 27.2, 27.3, 27.9, 27.10.
 - рів2 — № 27.15, 27.16, 27.21, 27.22, 27.23.
 - рів3 — № 27.27, 27.28, 27.29, 27.32.

Домашнє завдання-2

- У-2: § 39, 40.
- С6-2:
 - рів1 — № 28.2, 28.3, 28.4, 28.5, 28.6.
 - рів2 — № 28.7, 28.10, 28.11, 28.17, 28.19.
 - рів3 — № 28.25, 28.26, 28.28, 28.31, 28.32.

Урок 8/50

Тема. Лабораторна робота № 12 «Вивчення теплового балансу при змішуванні води різної температури»

Мета уроку: перевірити на досліді справедливості рівняння теплового балансу у випадку змішування води різної температури.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: калориметр, термометр лабораторний, вимірвальний циліндр (мензурка), склянка, посудини з холодною й теплою водою.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Використовуючи мензурку, налейте в склянку воду кімнатної температури масою m_1 й виміряйте її температуру t_1 .
- Використовуючи мензурку, налейте в калориметр гарячу воду масою m_2 й виміряйте її температуру t_2 .
- Додайте в калориметр воду зі склянки й після встановлення теплової рівноваги виміряйте температуру суміші t .
- Результати вимірів запишіть у таблицю.

m_1 , кг	t_1 , °C	m_2 , кг	t_2 , °C	t , °C

- Обчисліть кількість теплоти Q_1 , яку одержала холодна вода:

$$Q_1 = cm_1(t - t_1).$$

- Обчисліть кількість теплоти Q_2 , яку віддала гаряча вода:

$$Q_2 = cm_2(t_2 - t).$$

- Порівняйте Q_1 й Q_2 .

Домашнє завдання-1

- У-1: § 24.
- С6-1:
 - рів1 — № 27.7, 27.8, 27.13, 27.14.
 - рів2 — № 27.19, 27.20, 27.26.
 - рів3 — № 27.31, 27.35, 27.36.

Домашнє завдання-2.

1. У-2: § 42.
2. С6-2:
 - рів1 — № 29.1, 29.2, 29.3, 29.4, 29.5.
 - рів2 — № 29.6, 29.7, 29.8, 29.9.
 - рів3 — № 29.10, 29.11, 29.12, 29.13.
3. Підготуватися до самостійної роботи № 20 «Кількість теплоти. Питома теплоємність».

Завдання для самостійної роботи № 20
«Кількість теплоти. Питома теплоємність»
Початковий рівень

1. Виберіть правильне твердження. Маса льоду й води, що утворилася з нього, рівні. Чи на однакове число градусів вони нагріються, якщо їм передати рівну кількість теплоти?
 - А На однакове.
 - Б Лід нагріється на більше число градусів.
 - В Вода нагріється на більше число градусів.
2. Виберіть правильне твердження. Двом брускам (мідному й сталевому) однакової маси передано одну й ту саму кількість теплоти.
 - А Температура сталевого бруска буде вищою.
 - Б Обидва бруски нагріються до однакової температури.
 - В Температура мідного бруска буде вищою.

Середній рівень

1. Яка маса залізної деталі, якщо на її нагрівання від 20 °С до 200 °С пішло 20,7 кДж теплоти?
2. На скільки градусів охолонув окуп у питному баці ємністю 27 л, якщо він віддав навколишньому середовищу 1500 кДж теплоти?

Достатній рівень

1. а) На що витрачається більше енергії: на нагрівання води чи алюмінієвої каструлі, якщо їхні маси однакові?
 б) В алюмінієвий калориметр масою 140 г налили 250 г води при температурі 15 °С. Після того як брусок зі свинцю масою 100 г, нагрітий до 100 °С, помістили в калориметр

- із водою, там установилася температура 16 °С. Скласти рівняння теплового балансу й визначити питому теплоємність свинцю.
2. а) Чому вода в морі нагрівається сонячними променями повільніше, ніж суша?
 б) Сталеву деталь масою 300 г нагріли до високої температури, а потім занурили для загартування в 3 кг машинного масла, що має температуру 10 °С. Визначити початкову температуру деталі, якщо температура при постійній тепловій рівновазі була 30 °С.

Високий рівень

1. а) З однієї й тієї ж висоти на асфальт упали сталева й алюмінієва кулі однакової маси. Яка із цих куль при ударі сильніше нагрілася?
 б) Сталевий ударник пневматичного молота масою 1,2 кг під час роботи протягом 1,5 хв нагрівся на 20 °С. Думаючи, що на нагрівання ударника пішло 40 % всієї енергії молота, визначте виконану роботу й потужність, що розвивається при цьому.
2. а) Чому гальмівні колодки літаків роблять із матеріалів з високою температурою плавлення й великою питомою теплоємністю?
 б) У прозорий калориметр, що містить 650 см³ води, занурюють електричну лампочку накаливання потужністю 60 Вт. За три хвилини вода нагрівається на 3,5 °С. Яка частина енергії, що витрачається, пропускається калориметром назовні у вигляді променистої енергії?

Урок 9/51

Тема. Енергія палива

Мета уроку: дати учням поняття про енергію палива; пояснити їм фізичну суть питомої теплоти згоряння палива.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

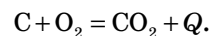
Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 20 «Кількість теплоти. Питома теплоємність»
Демонстрації	5 хв	1. Різні види палива. 2. Нагрівання води при згорянні сухого пального в пальнику
Вивчення нового матеріалу	22 хв	1. Виділення енергії при згорянні палива. 2. Питома теплота згоряння палива. 3. Рівняння теплового балансу при згорянні палива
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Виділення енергії при згорянні палива

Відомо, що джерелом енергії, яке використовується в промисловості, на транспорті, у сільському господарстві, у побуті, є паливо: вугілля, нафта, дрова, торф, природний газ й ін. При згорянні палива виділяється енергія.

При згорянні палива атоми Карбону, що звичайно містяться в паливі, з'єднуються з атомами Оксигену, що міститься в повітрі, у результаті чого утворюється вуглекислий газ. При утворенні молекул вуглекислого газу вивільнюється певна кількість теплоти:



Горіння, пов'язане з руйнуванням одних молекул й утворенням інших, супроводжується виділенням деякої кількості теплоти. При цьому зміна внутрішньої енергії зумовлена термохімічними явищами, що відбуваються з паливом.

2. Питома теплота згоряння палива

При розрахунку двигунів інженерові необхідно достеменно знати, яку кількість теплоти може виділити спалюване паливо. Для цього треба дослідним шляхом визначити, яка кількість теплоти виділиться при повному згорянні однієї й тієї ж маси палива різних видів.

Тому для енергетичної характеристики того або іншого палива вводиться фізична величина, що називається питомою теплотою згоряння палива.

➤ **Питома теплота згоряння палива чисельно дорівнює кількості теплоти, що виділяється при повному згорянні 1 кг палива.**

Питома теплота згоряння позначається буквою q . Одиницею виміру питомої теплоти згоряння є джоуль на кілограм (Дж/кг).

Для того щоб обчислити кількість теплоти, що виділяється при згорянні довільної кількості палива, можна скористатися формулою:

$$Q = qm.$$

Далі можна розглянути з учнями таблицю питомої теплоти згоряння палива. З таблиці видно, що, наприклад, питома теплота згоряння нафти 44 МДж/кг. Це значить, що при повному згорянні нафти масою 1 кг виділяється 44 МДж енергії.

3. Рівняння теплового балансу при згорянні палива

Обчислимо, наприклад, скільки потрібно спалити сухих дров, щоб довести до кипіння воду в повному трилітровому алюмінієвому казанку, якщо спочатку вода мала кімнатну температуру t_b . Кількість теплоти, що виділяється при повному згорянні дров масою m_d , — $Q_1 = qm_d$, а кількість теплоти, необхідна для нагрівання води до температури кипіння $t_{\text{кип}}$, — $Q_2 = c_b m_b (t_{\text{кип}} - t_b)$. Якщо знехтувати тепловими втратами, то $Q_1 = Q_2$, або $q_d m_d = c_b m_b (t_{\text{кип}} - t_b)$, q_d — питома теплота згоряння дров. Із цього рівняння одержуємо:

$$m_d = \frac{c_b m_b (t_{\text{кип}} - t_b)}{q_d}.$$

Якщо враховувати, що енергія палива витрачається ще й на нагрівання казанка, то рівняння теплового балансу матиме вигляд: $Q_1 = Q_2 + Q_3$, де Q_3 — кількість теплоти, необхідна для нагрівання алюмінієвого казанка.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Як можна пояснити виділення теплоти під час горіння за допомогою атомно-молекулярного вчення?
- ? Що означає вираз «питома теплота згоряння палива дорівнює 12 Мдж/кг»?
- ? Визначте за таблицею, яке речовина має найменшу теплотворну здатність.
- ? Визначте за таблицею, яке речовина має найбільшу теплотворну здатність.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ**1. Навчаємося розв'язувати задачі**

1. Яка кількість теплоти виділиться при повному згорянні спирту масою 200 г?
2. При повному згорянні палива виділилася кількість теплоти, що дорівнює 50 Мдж. Визначте масу палива, якби як паливо використовувалися: а) природний газ; б) сухі дрова.
3. Яку масу гасу треба спалити, щоб кількості теплоти, яка виділилася, вистачило на нагрівання води масою 22 кг від 20 °С до кипіння? Тепловими втратами знехтувати.

Розв'язок. При згорянні гасу виділяється кількість теплоти $Q_1 = qm_r$. Для нагрівання води до кипіння необхідна кількість теплоти $Q_2 = cm_b(t_2 - t_1)$. З рівняння теплового балансу випливає $Q_1 = Q_2$ або $qm_r = cm_b(t_2 - t_1)$. Звідси можна знайти масу гасу:

$$m_r = \frac{cm_b(t_2 - t_1)}{q}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[m_r] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу гасу:

$$m_r = \frac{4200 \cdot 22 \cdot (100 - 20)}{43 \cdot 10^6} = 0,172 \text{ (кг)}.$$

Відповідь: 172 г.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чому будинок вигідніше опалювати, використовуючи вугілля, природний газ або рідке паливо, ніж дерево й солому?
2. Чому питома теплота згоряння сирих дров менше питомої теплоти згоряння сухих дров тієї ж породи?
3. Чому порох невигідно використовувати як паливо, а в артилерійських знаряддях бензином його замінити не можна?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 25 (п. 1).
2. С6-1:

рів1 — № 28.1, 28.3, 28.4, 28.7, 28.8.

рів2 — № 28.13, 28.14, 28.15, 28.18, 28.20.

рів3 — № 28.22, 28.23, 28.24, 28.29, 22.30.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 41 (п.1,2).
2. С6-2:

рів1 — № 30.1, 30.2, 30.3, 30.4, 30.5.

рів2 — № 30.8, 30.9, 30.10, 30.13.

рів3 — № 30.15, 30.18, 30.22.

Урок 10/52

Тема. Лабораторна робота № 13 «Визначення питомої теплоємності речовини»

Мета уроку: навчитися визначати питому теплоємність речовини калориметричним способом.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: склянка з водою, калориметр, термометр, ваги з набором гир, вимірювальний циліндр (мензурка), металевий циліндр на нитці, посудина (одна на клас) з металевими циліндрами й льодом, що тане.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Відміряйте за допомогою мензурки 100 мл води й виміряйте її температуру t_b .
2. Опустіть у калориметр металевий циліндр, вийнятий з посудини з льодом.
3. Через кілька хвилин, після встановлення теплової рівноваги, виміряйте температуру води в калориметрі t_k .
4. Обітріть циліндр і виміряйте його масу m_m .
5. Обчисліть питому теплоємність c_m металу, з якого виготовлений циліндр (тепловими втратами можна знехтувати), за формулою:

$$c_m = \frac{c_b m_b (t_b - t_k)}{m_m (t_k - t_m)}$$

Тут c_b й m_b — питома теплоємність і маса води, t_b і t_m — початкові температури води й металевого циліндра (0°C), t_k — їх загальна кінцева температура.

6. Використовуючи отримане значення питомої теплоємності, за таблицею визначте речовину, з якої виготовлений даний циліндр.
7. Запишіть висновок: що ви вимірювали і який отриманий результат.

Урок 11/53

Тема. ККД нагрівача

Мета уроку: познайомити учнів з поняттям ККД нагрівача; указати шляхи підвищення ККД сучасних нагрівачів.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Що таке горіння? 2. Що таке питома теплота згорання палива? 3. Скільки енергії виділяється при повному згоранні 1 кг гасу? 4. Чому будинок вигідніше опалювати, використовуючи вугілля, природний газ або рідке паливо, ніж дерево або солому?
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Коефіцієнт корисної дії нагрівача. 2. Закон збереження й перетворення енергії в теплових і механічних процесах
Закріплення вивченого матеріалу	15 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Коефіцієнт корисної дії нагрівача

Не всю енергію, що виділилася при згоранні палива, ми можемо використати корисно. Частина енергії передається навколишньому середовищу. Тому доцільно ввести поняття ККД нагрівальної установки.

➤ *Величина, що показує, яку частину становить корисно використовувана теплота Q_k від усієї, що виділилася при згоранні палива Q_n , називається **ККД нагрівача**.*

Коефіцієнтом корисної дії нагрівача називають виражене у відсотках відношення кількості теплоти, витраченої на нагрівання, до кількості теплоти, виділеної при повному згоранні палива.

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_n} \cdot 100\%$$

Якщо не вживати спеціальних заходів, що запобігають «викиду тепла» у навколишній простір, ККД нагрівача буде дуже низьким. Розглянемо приклад.

Щоб довести до кипіння воду в повному трилітровому казанку, спалили 2 кг сухих дров. Яка частина кількості теплоти, що виділилась при згорянні дров, пішла на нагрівання води, якщо початкова температура води була 20°C .

При згорянні дров масою m_d виділилася кількість теплоти $Q_n = qm_d$. Для нагрівання води в казанку до кипіння необхідна кількість теплоти $Q_k = c_v m_v (t_{\text{кип}} - t_v)$, де m_v — маса води (3 кг) у казанку. Шукана величина дорівнює:

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{c_v m_v (t_{\text{кип}} - t_v)}{qm_d} \cdot 100\%.$$

Обчислення дають:

$$\eta = \frac{4200 \cdot 3 \cdot (100 - 20)}{12 \cdot 10^6 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,2\%.$$

Цей розрахунок показує, наскільки великі теплові втрати «біля багаття». Правда, не можна їх уважати зовсім вже «втратами»: адже ми й самі грілися біля багаття, поки на ньому підігрівався казанок з водою.

У техніці для підвищення ККД нагрівача вживають заходи щодо зменшення теплових втрат: нагрівач і тіло, що нагрівають, розміщують у спеціальній оболонці, щоб зменшити викид тепла в навколишнє середовище.

2. Закон збереження й перетворення енергії в теплових і механічних процесах

Проведемо дослід з падінням тенісної кульки на стіл. Дослід ілюструє взаємні перетворення механічної енергії. У деякий момент часу кулька володіє й потенціальною, і кінетичною енергією, а повна механічна енергія не змінюється й дорівнює:

$$E = E_n + E_k.$$

Цей висновок справедливий не тільки для механічних, але й для теплових процесів (наприклад, у калориметричних дослідах). Тобто в теплових процесах при теплообміні енергія не виникає з нічого й нікуди не зникає безвісти, а передається від більш нагрітих тіл менш нагрітим.

Можна навести ряд дослідів (нагрівання монети під час тертя її об стіл, нагрівання дроту при його згинанні тощо). На підставі ана-

лізу дослідів можна зробити висновок, що перехід внутрішньої енергії в механічну й навпаки є одним з поширених перетворень енергії.

Далі можна розповісти про досліди Джоуля, Майєра, Гельмгольца, Деві, Румфорда, про роботи Ломоносова. Роботи вчених багатьох країн світу дозволили звести в ранг науки еквівалентність роботи й кількості теплоти.

У загальному виді закон збереження й перетворення енергії формулюється в такий спосіб:

➤ *При всіх явищах, що відбуваються в природі, енергія не виникає й не зникає, вона тільки перетворюється з одного виду в інший, кількісно залишаючись незмінною.*

Так, якщо тілу передати деяку кількість теплоти, то воно буде здатне виконати роботу. Наприклад, нагрівання газу в циліндрі під поршнем дозволить підняти вантаж на деяку висоту. Разом з тим частина теплоти, переданої тілу, піде на збільшення його внутрішньої енергії. Це пояснюється тим, що не можна перетворити в механічну роботу всю теплову енергію, передану тілу.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ❓ *Наведіть приклади перетворення механічної енергії у внутрішню й внутрішньої в механічну.*
- ❓ *Наведіть приклади переходу енергії від одного тіла до іншого.*
- ❓ *Який дослід показує, що при переході внутрішньої енергії від одного тіла до іншого її значення зберігається?*
- ❓ *Чому неможливий вічний двигун?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. З якої висоти повинна падати крапля води, щоб після удару об землю вода виявилася кип'яченою? Початкова температура краплі 0°C . Передачу енергії навколишньому середовищу не враховуйте.
2. На спиртівці нагріли 200 г води від 15°C до 75°C . При цьому згоріло 6 г спирту. Яку частину становить кількість теплоти, використана на нагрівання води, від тієї кількості теплоти, що виділилася при згорянні спирту?

3. Щоб довести до кипіння воду в повному трилітровому казанку, спалили 2 кг сухих дров. Яка частина кількості теплоти, що виділилась при згорянні дров, пішла на нагрівання води, якщо початкова температура води була $20\text{ }^\circ\text{C}$?

Розв'язок. При згорянні дров масою m_d виділилась кількість теплоти $Q_n = qm_d$. Для нагрівання води в казанку до кипіння необхідна кількість теплоти $Q_k = c_v m_v (t_{\text{кип}} - t_v)$, де m_v — маса води (3 кг) у казанку. Шукана величина дорівнює:

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{c_v m_v (t_{\text{кип}} - t_v)}{qm_d} \cdot 100\%.$$

Обчислення дають:

$$\eta = \frac{4200 \cdot 3 \cdot (100 - 20)}{12 \cdot 10^6 \cdot 2} \cdot 100\% = 4,2\%.$$

Відповідь: 4,2%. Цей розрахунок показує, наскільки великі теплові втрати.

2. Поміркуй і відповідай

- Чому розкидані вуглинка багаття гаснуть швидко, а складені в купу довго зберігаються в розпеченому вигляді?
- Шматок алюмінію й шматок свинцю впали з однакової висоти. Який з металів при ударі наприкінці падіння матиме більш високу температуру? У скільки разів?
- Чому при слабкому морозі сніг на дорогах з інтенсивним автомобільним рухом розм'якшується й починає підтавати? Відповідь пояснить.

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 25 (п. 2).
- С6-1:**

рів1 — № 28.6, 28.9, 28.10, 28.11, 28.12.

рів2 — № 28.16, 28.17, 28.19, 28.21.

рів3 — № 28.25, 28.26, 28.27, 28.28.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 41 (п.3, 4).
- С6-2:**

рів1 — № 30.6, 30.7, 30.11, 30.12.

рів2 — № 30.14, 30.16, 30.17, 30.18.

рів3 — № 30.19, 30.20, 30.21.

Урок 12/54

Тема. Лабораторна робота № 14 «Визначення ККД нагрівача»

Мета уроку: навчитися експериментально визначати коефіцієнт корисної дії нагрівача.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

Обладнання: штатив з лапкою й тримачем, термометр, металева склянка від калориметра, частина таблетки сухого пального, ваги з набором тягарців, мензурка, посудина з водою, тигель для спалювання палива, сірника.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

- Закріпіть у штативі склянку з водою на такій висоті, щоб воду можна було підігрівати за допомогою сухого пального.
- Використовуючи мензурку, налийте в склянку воду об'ємом 150–200 мл. Обчисліть масу води й виміряйте її температуру.
- Виміряйте масу запропонованої вам частини таблетки сухого пального.
- Під склянку поставте тигель із сухим пальним і підпаліть його.
- Підігрівайте воду, постійно вимірюючи її температуру, поки температура стане рівною $60\text{ }^\circ\text{C}$. Після цього погасіть сухе пальне.
- Почекайте кілька хвилин, поки пальне охолоне, і за допомогою зважування визначте масу сухого пального, що залишилося.
- За отриманими даними визначте ККД нагрівача. Уважайте, що питома теплота згорання сухого пального дорівнює 18 МДж/кг .

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_n} \cdot 100\% = \frac{c_v m_v (t_{\text{кін}} - t_{\text{поч}})}{qm_n} \cdot 100\%.$$

- Виміри й результати обчислень запишіть у зошит для лабораторних робіт.

q , МДж/кг	m_n , кг	Q_n , Дж	m_v , кг	$t_{\text{поч}}$, $^\circ\text{C}$	$t_{\text{кін}}$, $^\circ\text{C}$	Q_k , Дж	η , %
18							

- Запишіть у зошит для лабораторних робіт ваші припущення про те, чому знайдений дослідним шляхом ККД нагрівача значно менше 100% .

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 25.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 44.
2. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 21 «Енергія палива. Питома теплота згоряння».

Завдання для самостійної роботи № 21**«Енергія палива. Питома теплота згоряння»***Початковий рівень*

1. Виберіть правильне твердження. При спалюванні 1 кг палива виділилося 26 МДж теплоти.
 - А Спалювали деревне вугілля;
 - Б спалювали спирт.
 - В спалювали гас;
2. Виберіть правильне твердження. У печі було спалено 2 кг сухих дров.
 - А Виділилося 6 МДж теплоти;
 - Б виділилося 12 МДж теплоти;
 - В виділилося 24 МДж теплоти.

Середній рівень

1. Скільки теплоти виділиться при повному згорянні сухих соснових дров об'ємом 0,2 м³?
2. Який об'єм гасу був спалений, якщо при цьому виділилося 688 МДж?

Достатній рівень

1. Скільки води можна нагріти від 20 °С до 60 °С, якщо на її нагрівання пішла половина енергії, отриманої в результаті спалювання 40 г кам'яного вугілля?
2. Скільки гасу треба спалити, щоб змінити температуру води масою 1,5 кг від 20 °С до 80 °С, якщо на її нагрівання пішла половина енергії, отриманої в результаті спалювання гасу?

Високий рівень

1. В алюмінієвій каструлі нагріли 2 л води від 20 °С до кипіння за рахунок спалювання 45 г гасу. Визначте масу каструлі, якщо ККД нагрівача прийняти рівним 40 %.
2. У мідній каструлі масою 800 г нагріли 5 л води до кипіння за рахунок спалювання 80 г природного газу. Визначте початкову температуру води. ККД пальника вважайте рівним 52 %.

Урок 13/55

Тема. Плавлення й кристалізація твердих тіл

Мета уроку: навчити учнів розуміти суть теплових процесів — плавлення й кристалізації, переконати їх у сталості температури при плавленні й кристалізації речовини.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 21 «Енергія палива. Питома теплота згорання»
Демонстрації	10 хв	1. Моделі кристалічних решіток. 2. Набір кристалічних й аморфних тіл. 3. Спостереження за процесами плавлення й кристалізації твердих тіл
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Агрегатні стани речовини. 2. Процес плавлення й кристалізації твердих тіл. 3. Питома теплота плавлення
Закріплення вивченого матеріалу	15 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Агрегатні стани речовини

Залежно від умов одна й та сама речовина може перебувати в різних станах, наприклад у твердому, рідкому або газоподібному. Наочним прикладом цього служить лід, вода й водяна пара. Ці стани називають *агрегатними станами*.

Ми уже знаємо, що молекули однієї й тієї самої речовини у твердому, рідкому й газоподібному стані нічим не відрізняються одна від одної. Той або інший агрегатний стан речовини визначається розташуванням, характером руху й взаємодії молекул.

Тепловий рух молекул характеризується їх середньою кінетичною енергією. Вона, як відомо, визначає температуру тіл.

Взаємодія молекул характеризується потенціальною енергією. Вона залежить від відстані між молекулами.

У твердих кристалічних тілах молекули розташовані в певному порядку й можуть лише здійснювати коливальний рух біля положення рівноваги.

У рідинах молекули розташовані безладно, хоча й близько одна від одної. Рух молекул у рідині — коливально-поступальний.

Молекули рухаються й взаємодіють одночасно, отже, вони володіють і кінетичною й потенціальною енергією. Відтак, те, чи бути тілу твердим, рідким або газоподібним, залежить від співвідношення обох видів енергії. А зміна цього співвідношення й призводить до переходу речовини з одного стану в інший.

2. Процес плавлення й кристалізації твердих тіл

Передаючи тілу енергію, можна перевести його із твердого стану в рідкий (наприклад, розплавити лід).

➤ *Перехід речовини із кристалічного стану в рідкий називають **плавленням**.*

Щоб розплавити тіло, потрібно спочатку нагріти його до певної температури.

➤ *Температуру, за якої речовина плавиться, називають **температурою плавлення**.*

Після демонстрації дослідів з плавлення й тверднення кристалічних тіл учні повинні твердо засвоїти три такі положення:

- існує температура, вище від якої речовина у твердому стані не може перебувати;
- температура під час плавлення залишається постійною;
- процес плавлення вимагає припливу енергії до речовини, що плавиться.

Погляньте на рисунок: температура й снігу, і підталої води залишається $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Так буде доти, поки не залишиться останній кристалик льоду, навіть якщо температура повітря стане $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Далі необхідно проаналізувати таблицю температур плавлення. З таблиці видно, у яких межах лежать температури плавлення

різних речовин. Наприклад, тугоплавкі метали (вольфрам, титан) можуть застосовуватися для створення космічних кораблів, для виготовлення спіралей теплових електричних приладів, а цезій і натрій можна розплавити в гарячій воді.

Досліди показують, що речовини тверднуть за тієї ж температури, за якої плавляться. Процес кристалізації супроводжується виділенням такої ж кількості теплоти, що поглинається при плавленні.

➤ *Перехід речовини з рідкого стану в кристалічний називають кристалізацією, або твердненням.*

➤ *Кристалізація відбувається за тієї ж температури, що й плавлення.*

3. Питома теплота плавлення

Вся енергія, яку одержує кристалічне тіло після того, як воно вже нагріте до температури плавлення, витрачається на руйнування кристалічних решіток. У зв'язку із цим температура тіла перестає підвищуватися. Досліди показують, що для перетворення різних кристалічних речовин однієї й тієї ж маси в рідину при температурі плавлення потрібна різна кількість теплоти.

➤ *Питома теплота плавлення дорівнює кількості теплоти, яка необхідна для перетворення 1 кг речовини із твердого в рідкий стан при температурі плавлення.*

Питому теплоту плавлення позначають λ і вимірюють у джоулях на кілограм (Дж/кг).

Необхідно ознайомити учнів з таблицею питомої теплоти плавлення деяких речовин. Наприклад, питома теплота плавлення міді дорівнює 210 кДж/кг. Це означає, що для того щоб розплавити 1 кг міді, взятої при температурі плавлення (1085 °C), необхідно затратити 210 кДж теплоти.

Щоб визначити кількість теплоти, необхідну для плавлення твердого тіла, треба питому теплоту плавлення λ помножити на масу тіла:

$$Q = \lambda m.$$

Кількість теплоти, що виділяється при кристалізації тіла, визначається за тією ж формулою:

$$Q = \lambda m.$$

В аморфних тіл, на відміну від кристалічних, немає певної температури плавлення: при нагріванні такі тіла розм'якшуються поступово.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? *У яких агрегатних станах може перебувати та сама речовина?*
- ? *Які особливості молекулярної будови газів, рідин і твердих тіл?*
- ? *Який з металів, наведених у таблиці, найбільш легкоплавкий? найменш тугоплавкий?*
- ? *Які умови плавлення твердих тіл? Назвіть всі теплові процеси, які відбуваються при плавленні металу в плавильній печі.*
- ? *Який фізичний зміст питомої теплоти плавлення?*
- ? *Скільки енергії потрібно затратити, щоб розплавити лід масою 2 кг при температурі 0 °C?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Яку енергію необхідно затратити, щоб розплавити шматок свинцю масою $m = 2$ кг, взятий при температурі $t_1 = 27$ °C?

Розв'язок. Процес складається із двох етапів: на першому етапі свинець нагрівається до температури плавлення, на другому етапі плавиться.

$$Q = Q_1 + Q_2;$$

або інакше:

$$Q_1 = cm(t_{\text{пл}} - t_1), Q_2 = \lambda m.$$

Звідси остаточно одержуємо:

$$Q = cm(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda m = m(c(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda).$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[Q] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot ^\circ\text{C} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{кг} = \text{Дж}.$$

Обчислюємо необхідну для плавлення енергію:

$$Q = 2[130(327 - 27) + 2,4 \cdot 10^4] = 126000 \text{ (Дж)}.$$

Відповідь: 126 кДж.

- Скільки міді, що має температуру $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, можна розплавити, передавши їй кількість теплоти 295 кДж ?
- У калориметрі знаходиться вода масою 2 кг , температура якої $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. У калориметр поміщають лід при температурі $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якою могла бути маса льоду, якщо він весь розтанув?
Відповідь: $m \leq 0,76\text{ кг}$.

2. Поміркуй і відповідай

- Чи буде плавитися чавунна деталь, кинута в розплавлену мідь?
- Чи можна в алюмінієвій посудині розплавити цинк? Відповідь обґрунтуйте.
- Чи може внутрішня енергія тіла змінитися без зміни температури? Наведіть приклади, що підтверджують вашу відповідь.
- Яке тіло має більшу внутрішню енергію: шматок льоду при температурі $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ або вода, яку отримали із цього шматка, що має температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- Узимку на балконі лежить мідна пластинка й крижинка такої ж маси. Питома теплота плавлення в міді значно менше, ніж у льоду. Чи означає це, що для плавлення мідної пластинки в цьому випадку буде потрібно менше енергії, ніж для плавлення крижинки?

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 26.
- С6-1:**

рів1 — № 29.2, 29.3, 29.4, 29.11, 28.13.
рів2 — № 29.17, 29.18, 29.19, 29.27, 29.29.
рів3 — № 29.33, 29.34, 29.35, 29.43, 29.44.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 44 (п.1, 2), 45 (п.1, 2).
- С6-2:**

рів1 — № 32.1, 32.2, 32.3, 32.4, 32.5.
рів2 — № 32.15, 32.16, 32.17, 32.20, 32.23.
рів3 — № 32.32, 32.33, 32.37, 32.38, 32.39.

Урок 14/56

Тема. Рівняння теплового балансу при плавленні й кристалізації
Мета уроку: сформувати навички розв'язання завдань на рівняння теплового балансу при плавленні й кристалізації тіл.

Тип уроку: урок закріплення знань.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Засвоєнню й закріпленню знань про рівняння теплового балансу з урахуванням зміни агрегатного стану речовини допомагає підбір якісних і розрахункових задач. Залежно від рівня класу вчитель повинен підібрати такі завдання, щоб учням було цікаво працювати на уроці. Нижче приводиться орієнтовний список завдань, з яких учитель може вибрати ті, які необхідні для даного уроку.

Якісні задачі

- Чому в історії людства бронзове століття передувало залізному?
- Чи розплавиться невеликий шматочок олова, якщо його кинути в посудину з розплавленим свинцем?
- Із чайника налили воду в склянку із цукром й у склянку без цукру. У якій склянці чай буде холоднішим?
- Яке тіло має більшу внутрішню енергію: шматок льоду при температурі $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ чи вода, яку отримали із цього шматка, що має температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- Узимку на балконі лежить мідна пластинка й крижинка такої ж маси. Питома теплота плавлення в міді значно менше, ніж у льоду. Чи означає це, що для плавлення мідної пластинки в цьому випадку буде потрібно менше енергії, ніж для плавлення крижинки?

Розрахункові задачі

- Шматок льоду масою $m = 2\text{ кг}$ має температуру $t_1 = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Яку кількість теплоти Q необхідно йому передати, щоб перетворити лід у воду, що має температуру $t_2 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Розв'язок. Перетворення повинне відбуватися в три етапи: на першому етапі лід нагрівається від температури t_1 до температури $t_{\text{пл}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, на другому етапі лід плавиться, а на третьому етапі вода, що утворилася, нагрівається від температури $t_{\text{пл}}$ плавлення до тем-

ператури t_2 . Отже, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m[c_{\text{л}}(t_{\text{пл}} - t_1) + \lambda + c_{\text{в}}(t_2 - t_{\text{пл}})]$.
Перевіривши одиниці величин і вконавши обчислення, одержуємо: $Q = 912$ кДж.

2. У воду масою $m_{\text{в}} = 1$ кг, що має температуру $t_{\text{в}} = 30$ °С, поклали лід масою $m_{\text{л}} = 500$ г, температура якого $t_{\text{л}} = 0$ °С. Яка температура встановиться в посудині?

Розв'язок. Вода, остигаючи до 0 °С, може передати льоду кількість теплоти $Q_1 = m_{\text{в}} c_{\text{в}} t_{\text{в}} = 126$ кДж. Для плавлення всього льоду необхідна кількість теплоти $Q_2 = \lambda m_{\text{л}} = 165$ кДж. Оскільки $Q_2 > Q_1$, повного плавлення льоду не відбудеться; у посудині перебуватимуть вода й лід при температурі 0 °С.

3. Полярники одержують необхідну їм воду, розтоплюючи лід. Скільки гасу потрібно буде спалити для одержання 15 л кип'яченої води, якщо температура навколишнього середовища -40 °С? Вважайте, що вода одержує 50 % енергії, що виділяється при згорянні гасу. (Відповідь: 0,58 кг)

4. У сніжний замет, що має температуру 0 °С, кинули розпечену до температури 300 °С мідну кулю масою 2 кг. Яка маса снігу, що розтанув? (Відповідь: 0,7 кг)

5. Яку кількість теплоти необхідно відібрати в 5 кг води, що має температуру 10 °С, щоб перетворити її в лід з температурою -30 °С? (Відповідь: 2,2 МДж)

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 26.

2. С6-1:

рів1 — № 29.6, 29.7, 29.8, 29.12, 28.14.

рів2 — № 29.20, 29.21, 29.22, 29.29, 29.30.

рів3 — № 29.36, 29.37, 29.39, 29.46, 29.47.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 45 (п.3).

2. С6-2:

рів1 — № 32.6, 32.7, 32.8, 32.9, 32.10.

рів2 — № 32.18, 32.19, 32.21, 32.24, 32.25.

рів3 — № 32.40, 32.41, 32.42, 32.43, 32.44.

Урок 15/57

Тема. Графік плавлення й тверднення кристалічних тіл

Мета уроку: поглибити розуміння учнями процесів плавлення й тверднення речовин на основі вчення про молекулярну будову речовини.

Тип уроку: комбінований урок.

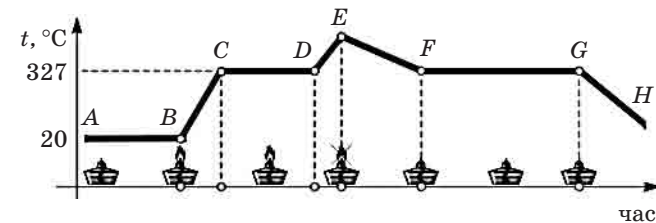
План уроку

Контроль знань	4 хв	1. Як змінюються температура й внутрішня енергія рідини при кристалізації? 2. Що відбувається з температурою й внутрішньою енергією кристалічного тіла при плавленні?
Демонстрації	8 хв	Спостереження за процесами плавлення й кристалізації твердих тіл
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Аналіз графіка плавлення й кристалізації свинцю. 2. Розв'язання задач
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	Контрольні питання

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Аналіз графіка плавлення й кристалізації свинцю

Плавлення й тверднення тіл часто зображують графічно. Розглянемо один з таких графіків. Нехай, наприклад, шматочок свинцю поклали в ложку й помістили над пальником.



На ділянці AB пальник не був запалений, і свинець мав кімнатну температуру 20 °С. На етапі BC твердий свинець поступово

прогрівався, і незабаром його температура досягла температури плавлення, — 327°C . Потім він почав плавитися, і в ложці одночасно співіснували твердий і рідкий свинець (ділянка CD). Після закінчення етапу температура свинцю знову стала підвищуватися, тому що полум'я усе ще продовжувало горіти (ділянка DE).

У момент часу, що відповідає точці E , пальник погасили, і температура рідкого свинцю почала знижуватися (ділянка EF). Як бачите, остигання відбувалося повільніше, ніж нагрівання (порівняйте нахил ділянок EF і DE). У точці F температура плавлення досягла 327°C й тривалий час залишалася постійною, тому що відбувалася кристалізація. Отже, на ділянці FG співіснують рідкий і твердий свинець. Нарешті, на ділянці GH остигає (віддає теплоту) уже твердий свинець.

Із графіка випливає, що при температурі плавлення (точка C) кінетична й потенціальна енергії молекул стають приблизно однаковими ($E_k \approx E_p$) і зв'язки між ними можуть розриватися.

Для того, щоб свинець почав плавитися, йому необхідно передати певну кількість теплоти. При цьому температура не змінюється, оскільки вся теплова енергія йде на розрив твердих зв'язків молекул між собою. Кристалічна решітка руйнується.

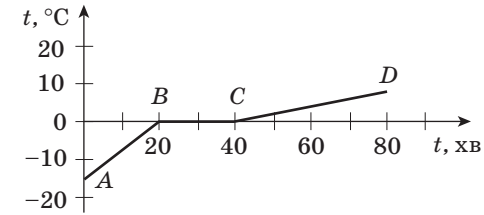
► При температурі плавлення внутрішня енергія речовини в рідкому стані більше внутрішньої енергії такої ж маси речовини у твердому стані.

При твердненні речовини все відбувається у зворотному порядку: середня кінетична енергія й швидкість молекул в охолодженій розплавленій речовині зменшуються. Сили притягання тепер можуть утримувати молекули, що рухаються повільно, одна біля одної. Внаслідок цього розташування частинок стає впорядкованим — утворюється кристал. Енергія, що виділяється при кристалізації, витрачається на підтримку постійної температури.

2. Розв'язання задач

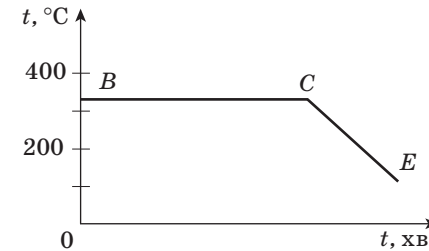
1. На рисунку зображений графік зміни температури льоду.

- Якому стану льоду відповідає відрізок графіка AB ?
- Скільки тривало нагрівання льоду до точки плавлення?
- На скільки градусів змінилася температура за час спостереження?

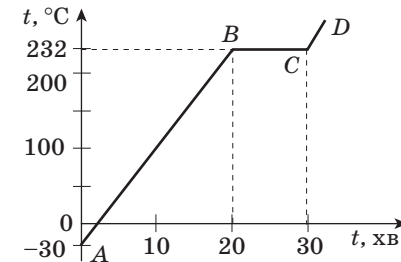


2. Визначте за кресленням:

- Яким процесам відповідають ділянки графіка BP і PC ?
- Для якої речовини складений даний графік?
- У якій із точок (B або C) молекули даної речовини мають більший запас кінетичної енергії? Чому?



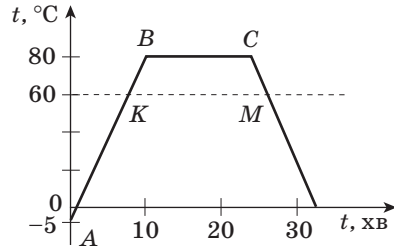
3. На рисунку зображений графік зміни температури деякого тіла.



- З якої речовини виготовлене це тіло?
- Як змінюється температура тіла на ділянках AB , BP і CD ?
- Як змінюється внутрішня енергія тіла на цих ділянках? Чому?
- Якому стану тіла відповідає відрізок графіка BP ?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

- Уважно розгляньте графік плавлення нафталіну й дайте відповідь на такі питання:
 - Яка температура плавлення нафталіну?
 - Чи змінювалася внутрішня енергія нафталіну на ділянці BP ? Як? Чому?
 - Порівняйте внутрішню енергію нафталіну в точках B і C .



- Як за графіком можна судити про зміну температури речовини при нагріванні й охолодженні?
- Побудуйте графік плавлення льоду й дайте відповідь на таке запитання: які ділянки графіка відповідають плавленню й твердненню льоду? Чому ці ділянки паралельні осі часу?

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 26.
- С6-1:**
 - рів1** — № 29.9, 29.10, 29.15, 28.16.
 - рів2** — № 29.24, 29.25, 29.26, 29.31, 29.32.
 - рів3** — № 29.40, 29.42, 29.48, 29.49, 29.50.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 44 (п.3).
- С6-2:**
 - рів1** — № 32.11, 32.12, 32.13, 32.14.
 - рів2** — № 32.26, 32.27, 32.28, 32.29, 32.30.
 - рів3** — № 32.31, 32.45, 32.46, 32.47, 32.51.
- Д:** Підготуватися до самостійної роботи № 22 «Плавлення й кристалізація».

Завдання для самостійної роботи № 22**«Плавлення й кристалізація»****Початковий рівень**

- Узимку озеро замерзає. При замерзанні води... (виберіть правильне твердження):
 - ...температура замерзаючої води знижується;
 - ...внутрішня енергія води підвищується;
 - ...утворюється кристалічна решітка льоду.
- Виберіть правильне твердження. Питома теплота плавлення льоду 330 кДж/кг.
 - Для плавлення 1 кг льоду, взятого при температурі плавлення, необхідно затратити 330 кДж енергії.
 - Для плавлення 330 кг льоду, взятого при температурі плавлення, необхідно затратити 1 кДж енергії.
 - Для нагрівання й плавлення 1 кг льоду необхідно передати йому 330 кДж енергії.

Середній рівень

- У якому стані (твердому чи рідкому) перебуває срібло й вольфрам при температурі 1000 °С?
 - Скільки міді, що має температуру 1085 °С, можна розплавити, передавши їй кількість теплоти 126 кДж?
- Назвіть, які речовини будуть плавитися, якщо їх опустити в киплячу воду.
 - За якої температури перебувала крижинка масою 200 г, якщо для її плавлення знадобилося 66 кДж теплоти?

Достатній рівень

- Чому під час снігопаду температура повітря звичайно підвищується?
 - Яка кількість теплоти буде потрібна для плавлення 500 г алюмінію, взятого при температурі 20 °С?
- Тілу передали деяку кількість теплоти. Чи завжди можна стверджувати, що температура тіла при цьому підвищилася?
 - Яка кількість теплоти буде потрібна, щоб розплавити 100 г льоду, взятого при температурі -5 °С, а потім отриману воду нагріти до 20 °С?

Високий рівень

1. а) Навесні уранці на рослинах випадає іній. Як впливає іній на охолодження рослин?
 б) У залізній коробці масою 300 г розплавляли 100 г олова. Яка початкова температура олова, якщо на нагрівання коробки й плавлення олова пішло 38,5 кДж теплоти?
2. а) У яку погоду утворюються бурульки? Якщо в мороз, то звідки береться вода? Якщо у відлигу, то чому вода замерзає?
 б) У заглиблення, зроблене в льоді, вливають свинець, узятий при температурі плавлення. Скільки було урито свинцю, якщо він охолонув до температури 0 °С й при цьому розтопив лід масою 270 г? Початкова температура льоду –5 °С.

Урок 16/58

Тема. Пароутворення й конденсація

Мета уроку: дати учням знання про особливості фізичних процесів переходу речовини з рідкого стану в газоподібний і навпаки.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	10 хв	Самостійна робота № 22 «Плавлення й кристалізація»
Демонстрації	6 хв	1. Залежність швидкості випаровування від площі вільної поверхні; температури; руху повітря. 2. Охолодження рідини при випаровуванні
Вивчення нового матеріалу	24 хв	1. Знайомимося із процесом випаровування. 2. Від чого залежить швидкість випаровування? 3. Знайомимося із процесом конденсації
Закріплення вивченого матеріалу	5 хв	1. Контрольні питання. 2. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**1. Знайомимося із процесом випаровування**

➤ *Перехід речовини з рідкого стану в газоподібний називається **пароутворенням**.*

Існують два види пароутворення: випаровування й кипіння.

➤ ***Випаровування** — це пароутворення, що відбувається з вільної поверхні рідини.*

З повсякденного досвіду відомо, що рідини, перебуваючи у відкритих посудинах, улетучуються — випаровуються. Як пояснити це явище?

Молекули будь-якої рідини перебувають у безперервному хаотичному русі. Температура рідини зв'язана із середньою кінетичною енергією руху її частинок. Однак окремі молекули рідини можуть мати таку кінетичну енергію, що виявляться спроможною подолати сили міжмолекулярного притягання й покинути рідину. Вилітаючи назовні, ці молекули утворюють над рідиною пару. Утворення пари і є випаровуванням.

При випаровуванні рідину залишають найбільш швидкі молекули. Середня кінетична енергія молекул, що залишилися, зменшується, а рідина охолоджується.

2. Від чого залежить швидкість випаровування?

Розглянемо кілька дослідів, що пояснюють, від чого залежить швидкість випаровування.

Дослід 1. У дві мензурки наллємо нарівно води. Воду з лівої переллємо в тарілку. Через кілька днів виявиться, що в ній вода випарувалася повністю, а в мензурці — лише частково. Чому?

Випаровуватися можуть тільки ті молекули, які перебувають поблизу поверхні рідини (адже з інших сторін вона оточена стінками посудини). Тому більша площа поверхні води в тарілці сприяє більшій кількості вильотів молекул. Отже, випаровування іде швидше.

➤ **Площа вільної поверхні** — перша причина, що впливає на швидкість пароутворення.

Дослід 2. Поставимо на ваги дві склянки. У ліву наллємо окропу, а в праву — стільки ж холодної води. Спочатку ваги перебуватимуть у рівновазі. Але через 5–10 хвилин вона порушиться: склянка з гарячою водою полегшає! Виходить, гаряча вода випаровується швидше за холодну.

Вилетіти з рідини можуть тільки ті частинки, кінетична енергія яких більше, ніж потенціальна енергія притягання до інших частинок. При підвищенні температури швидкість руху всіх частинок зростає, отже, зростає і їхня кінетична енергія. Виходить, більша кількість частинок може вилетіти з рідини.

➤ **Температура речовини** — друга причина, що впливає на швидкість пароутворення.

Дослід 3. Виберемо миску й тарілку однакових діаметрів. У кожному з них наллємо по склянці води й поставимо в спокійне місце. Через кілька днів ми побачимо, що вода з тарілки випарувалася повністю, а з миски — лише частково. Чому ж так відбулося? Адже площі вільних поверхонь води в мисці й води в тарілці однакові...



Гляньте на рисунок: краї миски сильніше піднімаються над поверхнею води, ніж краї тарілки. Тому пара над поверхнею тарілки швидше розсіюється по кімнаті за рахунок дифузії або подувів вітру. Отже, над водою в мисці насиченість (тобто густина) пари помітно більше. Її молекули, рухаючись у всіляких напрямках, будуть часто влітати назад у воду, через що випаровування з миски сповільнюється.

➤ **Густина пари над поверхнею**, з якої відбувається пароутворення, — третя причина, що впливає на його швидкість.

Дослід 4. Якщо в однакові склянки налити рівну кількість різних рідин: спирту, води, масла й ртуті, то по завершенні приблизно тижня можна виявити, що спирт випарувався повністю, вода — наполовину, а масло й ртуть практично не зменшили свого об'єму.

➤ **Рід речовини** — четверта причина різної швидкості пароутворення.

Спостереження й досліди показують, що випаровуються й тверді тіла. Випаровується, наприклад лід, тому білизна висихає й на морозі. Випаровується нафталін, тому ми відчуваємо його запах. Цей процес називають **сублімацією**.

Перехід речовини з рідкого стану в газоподібний широко використовується в техніці. Наприклад, на електростанціях пара, отримана з води, пускає в хід парові турбіни. Випаровування застосовується при очищенні речовин. Воно є основою роботи холодильних установок, а також всіх процесів сушіння матеріалів. Апарат космічного корабля, що спускається, покривають спеціальною речовиною, яка швидко випаровується, щоб усунути його перегрівання від тертя при проходженні через атмосферу.

3. Знайомимось із процесом конденсації

Одночасно з переходом молекул з рідини в пару відбувається й зворотний процес. Безладно рухаючись над поверхнею рідини, частина молекул знову повертається в неї.

➤ **Перехід речовини з газоподібного стану в рідкий називають конденсацією**.

Випаровування й конденсація завжди відбуваються одночасно, і «підсумковий результат» залежить від того, який із цих процесів триває з більшою швидкістю. Якщо «перемагає» випаровування,

то рідина перетворюється в пару: висихають калюжі, мокрі речі й т. ін. Якщо ж «перемагає» конденсація, то пара перетворюється в рідину: випадає роса, сухі речі відволожуються.

Конденсація може відбуватися й тоді, коли пара не стикається з рідиною. Саме конденсацією, наприклад, пояснюється утворення хмар: молекули водяної пари, піднімаючись над поверхнею Землі, у більш холодних шарах атмосфери групуються в дрібні крапельки води, скупчення яких і являють собою хмари.

Процес конденсації води в природі ми спостерігаємо щодня. Чи то це крапельки роси на листах (водяна пара накопичується в повітрі вдень, а вранці, охолоджуючись, конденсується), чи то це туман (удень відбувається інтенсивне випаровування з поверхні водойм, а ввечері насичене водяними парами повітря внаслідок охолодження конденсується).

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ?** Чому випаровування рідини відбувається за будь-якої температури?
- ?** Як можна пояснити, що за тих самих умов одні рідини випаровуються швидше, інші — повільніше.
- ?** Чому випаровування відбувається тим швидше, чим вище температура рідини?
- ?** Чому випаровування рідини відбувається швидше, якщо над її поверхнею дує вітер?
- ?** Які явища природи пояснюються конденсацією пари? Наведіть приклади.
- ?** Від чого залежить швидкість випаровування й конденсації?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Одну склянку по вінця заповнили гарячим чаєм, а іншу — таким самим гарячим бульйоном. Яка з рідин остигає швидше? Чому?
2. Чому мокра білизна на вітрі сохне швидше?
3. Якщо закрити банку кришкою, то рівень води в ній не буде знижуватися. Чи означає це, що кришка «зупиняє» випаровування води?

4. На чашки важільних ваг поставили й зрівноважили склянку з холодною водою й склянку з гарячим чаєм. Чому рівновага ваг швидко порушується?

Домашнє завдання-1

1. **У-1:** § 27 (п. 1).
2. **Сб-1:**
 - рів1** — № 30.1, 30.3, 30.6, 30.7, 30.9.
 - рів2** — № 30.19, 30.20, 30.21, 30.22, 30.23.
 - рів3** — № 30.47, 30.48, 30.49, 30.50, 30.52.

Домашнє завдання-2

1. **У-2:** § 46.
2. **Сб-2:**
 - рів1** — № 33.1, 33.2, 33.3, 33.4, 33.5.
 - рів2** — № 33.12, 33.13, 33.14, 33.15, 33.16.
 - рів3** — № 33.17, 33.18, 33.19, 33.34, 33.35.

Урок 17/59

Тема. Кипіння. Питома теплота пароутворення

Мета уроку: ознайомити учнів з явищем кипіння; навчити пояснювати процес кипіння на підставі молекулярно-кінетичної теорії.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Що таке випаровування? За якої температури воно може відбуватися? 2. Чому при випаровуванні температура рідини знижується? 3. Що таке конденсація? 4. Від чого залежить швидкість випаровування?
Демонстрації	5 хв	1. Сталість температури кипіння. 2. Кипіння води при підвищеному й зниженому тисках
Вивчення нового матеріалу	23 хв	1. Кипіння як різновид пароутворення. 2. Температура кипіння. 3. Питома теплота пароутворення. 4. Рівняння теплового балансу для випаровування й конденсації
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Кипіння як різновид пароутворення

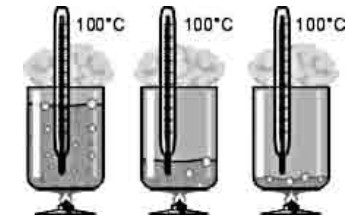
Будемо нагрівати воду у відкритій посудині, періодично вимірюючи її температуру. Через певний час ми помітимо появу у воді численних бульбашок. Бульбашки виникають завдяки тому, що у воді міститься розчинене у ній повітря. У ці бульбашки випаровується рідина. Зі збільшенням температури усередині бульбашок пари більшатиме, а отже, її тиск збільшиться. Бульбашки стають крупнішими й під дією виштовхувальної сили піднімаються до поверхні води.

Коли вся вода прогріється до температури $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, бульбашки, що піднялися догори, лопаються, викидаючи пару назовні. Ми говоримо, що вода закипіла.

➤ **Кипінням** називають процес бурхливого пароутворення, що йде по всьому об'єму рідини.

Розуміння особливостей кипіння буде більше повним при порівнянні його з випаровуванням. Учні повинні чітко представляти, що спільного між кипінням і випаровуванням й у чому полягає істотне розходження між ними. Кипіння, як і випаровування, — це пароутворення. Випаровування відбувається з поверхні рідини за будь-якої температури й будь-якого зовнішнього тиску, а кипіння — це пароутворення по всьому об'єму рідини за певної для кожної речовини температури, що залежить від зовнішнього тиску.

Досліди показують, що під час кипіння температура рідини й пара над її поверхнею однакова й залишається постійною до повного википання рідини.



2. Температура кипіння

Якщо атмосферний тиск не міняється, то поза залежністю від способу й швидкості нагрівання кожна рідина завжди кипить за строго певної температури. Тому температура кипіння — одна з характеристик речовини.

➤ **Температуру, за якої рідина кипить, називають температурою кипіння.**

Кожна речовина має свою температуру кипіння. Деякі речовини, які за звичайних умов є газами, при достатньому охолодженні перетворюються на рідину, що кипить при дуже низькій температурі. Рідкий кисень, наприклад, при атмосферному тиску кипить при температурі $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$. Речовини, які за звичайних умов перебувають у твердому стані, перетворюються при плавленні на рідину, що кипить за дуже високої температури. Наприклад, свинець кипить при $1740\text{ }^{\circ}\text{C}$, а залізо — при $2750\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зовнішній тиск перешкоджає росту бульбашок пари усередині рідини, тому при підвищеному тиску рідина кипить за більш високої температури, а при зменшенні цього тиску температура кипіння знижується.

Справа в тому, що бульбашки починають рости тільки тоді, коли тиск усередині бульбашки стає набагато більшим, ніж зовнішній тиск. Тобто, чим більший зовнішній тиск, тим за більш високої температури кипить рідина.

Наприклад, у каструлях-скороварках їжу варять під тиском близько $2 \cdot 10^5$ Па. Температура кипіння води при цьому досягає 120°C . Процес «варення» їжі у воді такої температури відбувається значно швидше, ніж у звичайному окропі.

Відкачуючи повітря з-під дзвона повітряного насоса, тобто зменшуючи тиск, можна «змусити» воду закипіти навіть за кімнатної температури. А оскільки внаслідок інтенсивного пароутворення вода охолоджується, вона, продовжуючи кипіти, може навіть почати замерзати.

Цим пояснюється той факт, що в горах вода кипить за набагато нижчої температури, ніж за нормальних умов. У високогірних місцевостях, наприклад на висоті 5–6 км (вершина Ельбрусу) атмосферний тиск становить приблизно $4,7 \cdot 10^5$ Па, тобто половину нормального атмосферного тиску. Вода кипить там при температурі 80°C . Зварити м'ясо за цих умов неможливо.

3. Питома теплота пароутворення

Щоб температура рідини в процесі випаровування не зменшувалася, необхідно в процесі випаровування увесь час підводити до рідини тепло. На що ж витрачається енергія, що підводиться, якщо температура (а отже, і середня кінетична енергія молекул) не змінюється?

Вона витрачається в основному на розрив зв'язків між молекулами при перетворенні рідини на пару. Оскільки для «відривання» молекул одна від одної необхідно виконати роботу, потенціальна енергія взаємодії молекул збільшується.

Причому різні рідини однієї й тієї ж маси потребують різної кількості теплоти для перетворення їх у пару за температури кипіння. Для характеристики енергетичних витрат на випаро-

ування рідин уводиться поняття питомої теплоти пароутворення.

➤ **Питомою теплотою пароутворення називають фізичну величину, що чисельно дорівнює кількості теплоти, яку необхідно передати 1 кг рідини, щоб повністю перетворити її на пару за постійної температури.**

Питома теплота пароутворення позначається буквою L й вимірюється в Дж/кг.

У таблиці зазначено, що питома теплота пароутворення, наприклад, у воді $2,3$ МДж/кг. Це означає, що для обернення на пару 1 кг води, узятій при постійній температурі, необхідно затратити $2,3$ МДж теплоти.

Щоб знайти кількість теплоти, необхідну для перетворення на пару будь-якої маси рідини m , узятій за температури кипіння, можна скористатися формулою:

$$Q = Lm.$$

Кількість теплоти, що виділяється при конденсації пари аналогічної маси, визначається за цією ж формулою.

4. Рівняння теплового балансу для випаровування й конденсації

Якщо рідину спочатку потрібно нагріти до температури кипіння, а потім перетворити на пару, то загальна кількість теплоти дорівнює:

$$Q = cm\Delta t + Lm.$$

Якщо для того, щоб рідину нагріти до температури кипіння, а потім перетворити на пару, необхідно спалити деяку масу палива ($m_{\text{п}}$), то рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_{\text{п}} = Q_1 + Q_2 \text{ або } qm_{\text{п}} = cm\Delta t + Lm.$$

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ❓ Які явища спостерігаються в рідині, перш ніж рідина починає кипіти?
- ❓ Які сили діють на бульбашку повітря, наповнену паром, коли вона перебуває усередині рідини?
- ❓ Чому в таблицях температура кипіння речовин зазначена за нормального атмосферного тиску?
- ❓ На що витрачається енергія, що підводиться до рідини при кипінні?

- ?** Чи стає рідина «гарячішою» у процесі кипіння?
? Що таке питома теплота пароутворення? Який її фізичний зміст?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

- Скільки гасу потрібно спалити, щоб випарувати 1 л води, що має температуру 20 °С?
- У калориметрі знаходиться вода масою $m_b = 1$ кг за температури $t_b = 20$ °С. Скільки пари, що має температуру $t_n = 100$ °С, потрібно впустити в калориметр, щоб температура в ньому підвищилася до $t = 40$ °С?

Розв'язок. Відповідно до рівняння теплового балансу $Q_b = Q_n$, де $Q_b = c_b m_b (t - t_b)$, а $Q_n = L m_n + c_b m_n (t_n - t)$ — віддана парю кількість теплоти. В останній формулі враховано, що вода, яка утворилася в результаті конденсації пари, буде віддавати тепло при остиганні. Звідси

$$m_n = m_b \frac{c_b (t - t_b)}{L + c_b (t_b - t)}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[m_n] = \text{кг} \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot ^\circ\text{С}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot ^\circ\text{С}} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу пари:

$$m_n = 1 \cdot \frac{4200 \cdot (40 - 20)}{2,3 \cdot 10^6 + 4200 \cdot (100 - 40)} = 0,033 \text{ (кг)}.$$

Відповідь: 33 г.

- Яка кількість теплоти виділиться при конденсації 50 г водяної пари, що має температуру 100 °С, й охолодженні води, що утворилася, до температури 60 °С?
- У посудині знаходиться вода, узята за температури 0 °С. Відкачуючи повітря з посудини, воду заморозили за допомогою власного випаровування. Яка частина води випарувалася? Питома теплота пароутворення води при 0 °С дорівнює $2,5 \cdot 10^6$ Дж/кг.

2. Поміркуй і відповідай

- Як спричинити кипіння води, не нагріваючи її?
- Питома теплота пароутворення води значно більша, ніж ефіру. Чому ж ефір, налитий на руку, викликає набагато сильніше відчуття холоду?
- Посудину з водою виносять із орбітальної станції у відкритий космос. Що відбуватиметься з водою, якщо посудину відкрити?
- Пароутворення при кипінні відбувається за постійної температури, а пароутворення при випаровуванні — зі зниженням температури. Чим обумовлена така різниця?
Розв'язок. У першому випадку пароутворення відбувається за рахунок енергії нагрівача, у другому — за рахунок внутрішньої енергії рідини.
- Кружка з водою плаває в каструлі, що стоїть на вогні. Чи закипить вода в кружці?
- Чи можна скип'ятити воду, підігріваючи її парю при температурі 100 °С? Атмосферний тиск уважати нормальним.

Домашнє завдання-1

- У-1:** § 27 (п. 2, 3).
- Сб-1:**
рів1 — № 30.4, 30.10, 30.13, 30.14, 30.16.
рів2 — № 30.24, 30.25, 30.39, 30.41, 30.42.
рів3 — № 30.51, 30.53, 30.60, 30.61, 30.62.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 47 (п.1 – 4).
- Сб-2:**
рів1 — № 33.6, 33.7, 33.8, 33.9, 33.10.
рів2 — № 33.21, 33.22, 33.26, 33.29, 33.30.
рів3 — № 33.36, 33.37, 33.43, 33.46, 33.47.

Урок 18/60

Тема. Графіки випаровування, кипіння й конденсації

Мета уроку: поглибити розуміння учнями процесів випаровування й конденсації на основі вчення про молекулярну будову речовини.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

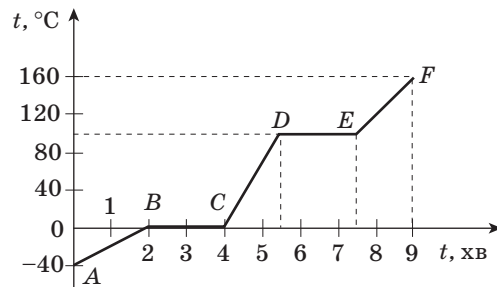
План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Чому опік паром небезпечніший за опік окропом? 2. Чи може вода бути рідкою при температурі 150 °С? 3. Чому бульбашки пари при нагріванні води утворюються спочатку біля дна посудини?
Демонстрації	4 хв	Спостереження за процесами випаровування, кипіння й конденсації
Вивчення нового матеріалу	24 хв	1. Аналізуємо графіки випаровування, кипіння й конденсації. 2. Навчаємося складати рівняння теплового балансу
Закріплення вивченого матеріалу	12 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Аналізуємо графіки випаровування, кипіння й конденсації

Розглянемо графік зміни агрегатного стану деякої речовини.



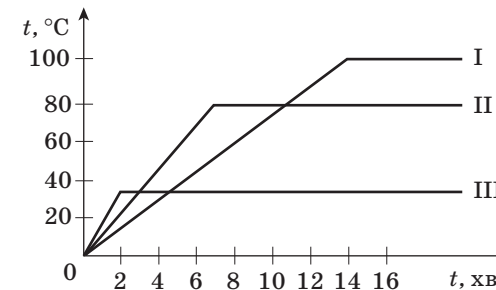
Проаналізуємо, які фізичні процеси зображені на цьому графіку.

Обговорюючи цей графік з учнями, з'ясуємо, що на графіку зображений процес плавлення льоду й нагрівання води.

Далі пропонуємо учням відповісти на такі питання:

- Поясніть, яким процесам відповідають ділянки графіка AB , BC , CD , DE й EF .
- Яка температура була на початку й у кінці спостереження?
- Через який час після початку спостереження вода закипіла?
- У яких із точок (B або C , C або D) молекули даної речовини мають більший запас кінетичної енергії? Чому?

Після цього можна розібрати з учнями графіки нагрівання трьох рідин.



У вигляді бесіди можна запропонувати учням відповісти на такі питання:

- Яка температура кипіння рідин? Що це за рідини?
- Через скільки хвилин після початку спостереження закипіла перша рідина? Друга рідина? Третя рідина?
- Яка кількість теплоти передана третій рідині для того, щоб нагріти її й повністю перетворити в пару, якщо маса цієї рідини дорівнює 500 г?

2. Навчаємося складати рівняння теплового балансу

Для розв'язання задач, у яких за умовою відбувається випаровування, кипіння або конденсація рідини, можна застосовувати рівняння теплового балансу. При цьому існують деякі особливості розв'язання цих завдань, які слід враховувати при складанні рівнянь теплового балансу.

1. Варто пам'ятати, що випаровування рідин, на відміну від плавлення й кристалізації твердих тіл, відбувається за будь-якої температури. Тому в розрахунках кількості теплоти треба брати відповідне значення питомої теплоти пароутворення для даної температури: $Q_1 = Lm$.

Для нагрівання рідини до температури кипіння їй необхідно передати деяку кількість теплоти: $Q_2 = cm\Delta t$.

2. Конденсація пари в рідину відбувається за певних фізичних умов, що залежать від значення тиску й температури речовини. Ці значення обов'язково повинні обговорюватися в умові завдання.

Завдання. Суміш, що складається з $m_{\text{л}} = 5$ кг льоду й $m_{\text{в}} = 15$ кг води при загальній температурі $t_1 = 0^\circ\text{C}$, потрібно нагріти до температури $\Theta = 80^\circ\text{C}$, пропускаючи водяну пару з температурою $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Знайдіть необхідну масу пари $m_{\text{п}}$.

Розв'язок. Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{в}}.$$

Інакше:

$$m_{\text{п}}L + m_{\text{в}}c_{\text{в}}(t_2 - \Theta) = m_{\text{л}}\lambda + m_{\text{л}}c_{\text{л}}(\Theta - t_1) + m_{\text{в}}c_{\text{в}}(\Theta - t_1).$$

Звідси знаходимо масу пари:

$$m_{\text{п}} = \frac{m_{\text{л}}\lambda + m_{\text{л}}c_{\text{л}}(\Theta - t_1) + m_{\text{в}}c_{\text{в}}(\Theta - t_1)}{L + c_{\text{в}}(t_2 - \Theta)}.$$

Перевірка одиниць величин:

$$[m_2] = \frac{\text{кг} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot ^\circ\text{C} + \text{кг} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot ^\circ\text{C}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot ^\circ\text{C}} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу пари:

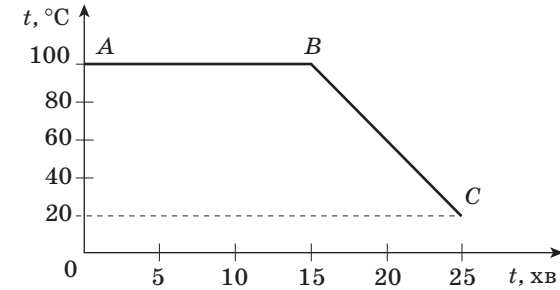
$$m = \frac{5 \cdot 330 \cdot 10^3 + 5 \cdot 2100 \cdot 80 + 15 \cdot 4200 \cdot 80}{2 \cdot 3 \cdot 10^6 + 4200 \cdot 20} = 3,2 \text{ (кг)}.$$

Відповідь: маса пари 3,2 кг.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. На рисунку графічно зображений тепловий процес конденсації 1 л водяної пари й охолодження води, що утворилася.



- а) Як змінювалася температура води в процесі конденсації й у процесі охолодження?
- б) На початку чи наприкінці процесу конденсації молекули води мають більший запас кінетичної енергії?
2. Яка кількість теплоти буде потрібна, щоб перетворити 500 г льоду, що має температуру -40°C , на пару при 100°C ?
3. У калориметр, що містить 1 кг води, впустили 40 г водяної пари, що має температуру 100°C . Якою була початкова температура води, якщо кінцева температура води в калориметрі виявилася 60°C ?

2. Поміркуй і відповідай

1. Бажаючи прискорити готування борщу, господарка збільшує вогонь під каструлею із уже киплячою водою. Чи досягне вона бажаного результату? Відповідь обґрунтуйте.
2. Пара, що надходить у радіатор парового опалення, має ту саму температуру, що й вода, яка залишає радіатор. Чи відбувається при цьому обігрівання кімнати? Чому?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 27.
2. С6-1:

рів1 — № 30.8, 30.11, 30.12, 30.17, 30.18.

рів2 — № 30.26, 30.28, 30.30, 30.43, 30.44.

рів3 — № 30.55, 30.59, 30.64, 30.65, 30.66.

Домашнє завдання-2

- У-2:** § 47 (п.5).
- С6-2:**

рів1 — № 33.27, 33.28, 33.31, 33.32, 33.33.
рів2 — № 33.38, 33.39, 33.40, 33.41, 33.42.
рів3 — № 33.44, 33.48, 33.49, 33.50, 33.51.
- Д:** Підготуватися до самостійної роботи № 23 «Випаровування й конденсація. Кипіння».

Завдання для самостійної роботи № 23

«Випаровування й конденсація. Кипіння»

Початковий рівень

- Виберіть правильне твердження. У чайнику закипіла вода за нормального атмосферного тиску.
 - Для обернення на пару 1 кг води їй потрібно передати 4,2 кДж теплоти.
 - При кипінні води її температура підвищується.
 - Для обернення на пару 1 кг води їй потрібно передати 2,3 МДж теплоти.
- Виберіть правильне твердження. З холодильника дістали скляну пляшку з молоком і поставили на стіл.
 - При «запотіванні» пляшка ще більше остудилася.
 - При конденсації водяної пари поглинається тепло.
 - Пляшка «запотіла» — на ній відбулася конденсація водяної пари.

Середній рівень

- Чому навіть у спекотний день, вийшовши з ріки після купання, людина відчуває холод?
 - Для обернення на пару 40 г спирту, взятого при температурі 78 °С, було передано 36 кДж теплоти. Яка питома теплота пароутворення спирту?
- Чому холодне скло покривається тонким шаром вологи, якщо на нього подихати?
 - Яка кількість теплоти необхідна для обернення на пару 8 г ефіру, взятого за температури 35 °С?

Достатній рівень

- а) У поемі О. С. Пушкіна «Євгеній Онегін» є такі рядки:

*Татьяна пред окном стояла,
 На стекла хладные дыша,
 Задумавшись, моя душа,
 Прелестным пальчиком писала
 На отуманенном стекле
 Заветный вензель О да Е.*

Чому на вікні конденсується водяна пара?

- Яка кількість теплоти виділиться при конденсації 200 г водяної пари, що має температуру 100 °С, й охолодженні води, що утворилася, до температури 40 °С?
- Поясніть фізичний зміст японського прислів'я: «Дощ пройде — земля висохне».
 - Яка кількість теплоти виділиться при конденсації 50 г водяної пари, що має температуру 100 °С, й охолодженні води, що утворилася, до температури 60 °С?

Високий рівень

- Як відомо, після дощу аромат квітів стає сильнішим. Чому?
 - Скільки необхідно спалити спирту, щоб розплавити 2 кг льоду, взятого при -5 °С, й 1 кг отриманої води перетворити на пару? ККД спиртівки 40 %.
- а) У Ф. І. Тютчева у вірші «Ранок у горах» є такі рядки:

*Лишь высих гор до половины
 Туманы покрывают скат,
 Как бы воздушные руины
 Волшебством созданных палат.*

Чому схили високих гір бувають у тумані?



- У бак, що містить воду масою 10 кг при температурі 20 °С, кинули шматок заліза масою 2 кг, нагрітий до температури 500 °С. При цьому деяка кількість води перетворилася на пару. Кінцева температура, що встановилася в баці, дорівнює 24 °С. Визначте масу води, що перетворилася на пару.

Урок 19/61

Тема. Пояснення зміни агрегатних станів речовини на підставі атомно-молекулярного вчення

Мета уроку: узагальнити знання учнів про агрегатні стани речовини й пояснити їх на основі атомно-молекулярного вчення.

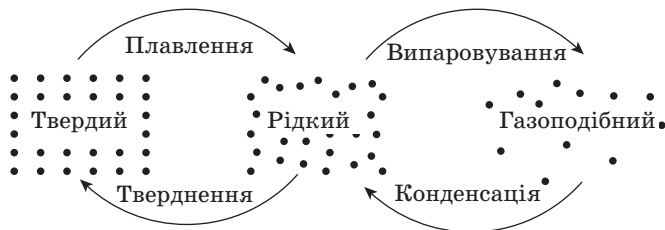
Тип уроку: урок узагальнення знань.

План уроку

Контроль знань	5 хв	Самостійна робота № 23 «Випаровування й конденсація. Кипіння»
Вивчення нового матеріалу	24 хв	Узагальнення й систематизація знань за темою «Зміна агрегатних станів речовини»
Закріплення вивченого матеріалу	хв	Поміркуй і відповідай

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Урок доцільно побудувати за схемою узагальнення й систематизації знань. При вивченні агрегатних станів речовини головну увагу приділяють тій частині внутрішньої енергії, що залежить від енергії взаємодії частинок. Залежно від співвідношення між потенціальною енергією взаємодії й кінетичною енергією руху частинок речовина може перебувати в одному із трьох агрегатних станах — твердому, рідкому або газоподібному. Зміна внутрішньої енергії призводить до зміни стану:



Молекулярно-кінетична теорія будови речовини — одне з найбільших досягнень фізичної науки — заснована на трьох твердженнях:

- 1) усяка речовина складається із частинок — молекул або атомів;
- 2) частинки здійснюють безладний тепловий рух;
- 3) частинки взаємодіють одна з одною.

Ця теорія дозволяє зрозуміти безліч найрізноманітніших явищ, у тому числі факт існування речовини в трьох агрегатних станах. Чому ж сукупності зовсім однакових частинок, наприклад молекул води, можуть утворити такі настільки не схожі одне на одного тіла, як лід, вода, водяна пара? «Винним» у цьому є третє з перерахованих вище тверджень, що лежать в основі МКТ, — твердження про те, що між молекулами діють сили. Однак існування різних агрегатних станів зручніше пояснювати, користуючись не «силовою», а «енергетичною» мовою.

Тепловий рух молекул характеризується їх середньою кінетичною енергією. Вона, як відомо, визначає температуру тіл. Якби молекули мали тільки кінетичну енергію, вони розлетілися б в усіх напрямках (рух молекул хаотичний!) і речовина зайняла б весь доступний їй об'єм. Єдиним можливим станом речовини був би газоподібний стан.

Взаємодія молекул характеризується потенціальною енергією. Вона залежить від відстані між молекулами. Якби молекули мали тільки потенціальну енергію, вони зайняли б одна відносно одної такі положення, щоби сума сил, які діють на кожную молекулу з боку її сусідів, дорівнювала б нулю. При цьому потенціальна енергія взаємодії молекул була б мінімальною. Єдиним можливим станом речовини був би твердий стан.

Але молекули рухаються й взаємодіють одночасно, отже, вони володіють і кінетичною й потенціальною енергією. Тож чи бути тілу твердим, рідким або газоподібним, залежить від співвідношення обох видів енергії. А зміна цього співвідношення й призводить до переходу речовини з одного стану в інший.

1. **Твердий стан** — це стан, у якому абсолютне значення потенціальної енергії E_n взаємодії молекул надзвичайно велике порівняно з кінетичною E_k :

$$|E_n| \gg E_k.$$

Як можна змінити це співвідношення? Наприклад, нагріваючи тверде тіло. При нагріванні збільшується кінетична енергія частинок тіла, а їхня потенціальна енергія при цьому практично не змінюється. Таким чином, можна досягти того, щоб кінетична енергія стала приблизно рівною потенціальній.

2. Тоді й відбудеться перехід із твердого стану в рідкий, для якого характерна наведена рівність:

$$|E_{\text{п}}| \approx E_{\text{к}}.$$

У цьому стані абсолютне значення потенціальної енергії ще досить велике, щоб молекули не могли розлетітися одна від одної, а кінетична енергія вже досить велика, щоб молекули набули певної рухливості, тобто можливості переміщатися усередині об'єму. Рідина зберігає свій об'єм, але стає текучою й тому не зберігає своєї форми.

3. Продовжуємо нагрівати рідину. Кінетична енергія молекул буде рости й у якийсь момент перевершить потенціальну енергію їх взаємодії настільки, що нею можна буде знехтувати:

$$|E_{\text{п}}| \ll E_{\text{к}}.$$

Речовина перейде в газоподібний стан.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Поміркуй і відповідай

1. Чому дощ охолоджує повітря? Чому фонтани зменшують спеку?
2. Чайник шумить перед закипанням води в ньому. Чому?
3. Поясніть принцип парового приготування їжі.
4. Холодильник час від часу доводиться вимикати й розморозувати. Чому?

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 27.
2. Сб-1:
 - рів1 — № 30.31, 30.32, 30.33, 30.36.
 - рів2 — № 30.37, 30.38, 30.40, 30.45, 30.46.
 - рів3 — № 30.56, 30.57, 30.58, 30.64.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 46 (п. 2).
2. Сб-2:
 - рів1 — № 33.20, 33.34, 33.35.
 - рів2 — № 33.23, 33.24, 33.25.
 - рів3 — № 33.45, 33.47, 33.52, 33.53.

Урок 20/62

Тема. Узагальнюючий урок

Мета уроку: поглибити знання учнів про зміну агрегатних станів речовини; підготувати учнів до майбутнього тематичного оцінювання знань.

Тип уроку: урок узагальнення знань.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

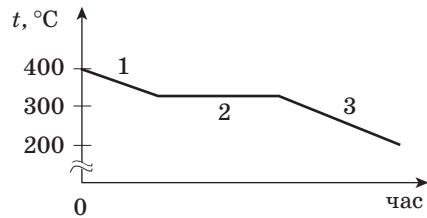
Цей урок рекомендується присвятити підготовці учнів до тематичного оцінювання знань. На початку уроку необхідно нагадати учням основні формули для теплового балансу з урахуванням зміни агрегатних станів речовини:

- 1) $Q = \lambda m.$
- 2) $Q = cm\Delta t + \lambda m.$
- 3) $Q = Lm.$
- 4) $Q = cm\Delta t + Lm.$
- 5) $Q = c_1 m\Delta t_1 + \lambda m + c_2 m\Delta t_2 + Lm.$

На початку уроку можна з учнями розібрати кілька тестових завдань. Для того щоб працював весь клас, учитель пропонує твердження до кожного ситуаційного завдання, а учні відповідають у такий спосіб: якщо твердження правильне, вони піднімають угору палець, якщо твердження неправильне — піднімають кулачок.

1. Улітку після граду крижинки, що лежать на землі, тануть. Виберіть правильне твердження.
 - А** Під час танення порушується порядок у розташуванні молекул.
 - Б** Під час танення температура льоду підвищується.
 - В** Під час танення молекули льоду змінюються, перетворюючись у молекули води.
 - Г** Під час танення крижинки віддають тепло.
2. Відкриту каструлю з водою поставили на плиту. Виберіть правильне твердження.
 - А** З ростом температури швидкість випаровування зменшується.
 - Б** Якщо каструлю накрити кришкою, швидкість випаровування збільшиться.
 - В** Під час кипіння температура води постійно підвищується.
 - Г** Вода випаровується за будь-якої температури.

3. На рисунку наведений графік залежності від часу температури металу після вимикання плавильної печі. Відзначте, які з нижченаведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.



- А** На ділянці 3 у металу існує кристалічна решітка.
Б Метал може бути свинцем.
В Ділянка 2 відповідає остиганню твердого металу.
Г Ділянка 1 відповідає остиганню рідкого металу.
4. У калориметр, що містить 500 г води при температурі 20 °С, впустили 100 г водяної пари, що має температуру 100 °С. Нехтуючи теплоємністю калориметра, відзначте, які з нижченаведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** У кінцевому стані в калориметрі будуть вода й пара.
Б У кінцевому стані в калориметрі буде тільки вода.
В У калориметрі встановиться температура вище 78 °С.
Г У кінцевому стані маса води в калориметрі буде більше 550 г.
5. Водяна пара масою 1 кг, узята при температурі 100 °С, перетворилася на воду при температурі 20 °С. Відзначте, які з нижченаведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** У даному процесі виділилося 2,3 МДж теплоти.
Б У даному процесі пари передано більше 2,5 МДж теплоти.
В Внутрішня енергія води, що вийшла, більше внутрішньої енергії пари.
Г При конденсації пари енергія поглинається.
6. Щоб одержати з льоду масою 50 кг пару при температурі 100 °С, в установці із ККД 25 % спалюють деяку масу вугілля. Температура льоду –5 °С, питома теплота згоряння вугілля 27 МДж/кг. Відзначте, які з нижченаведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.

- А** При згорянні вугілля в установці виділяється кількість теплоти, більша $8 \cdot 10^8$ Дж.
Б Щоб нагріти й розплавити лід, треба затратити кількість теплоти, більшу за 16 МДж.
В Щоб всю воду, що утворилася при плавленні льоду, нагріти й перетворити на пару, треба затратити кількість теплоти, яка менше за $1,5 \cdot 10^8$ Дж.
Г Щоб обернути весь лід на пару, необхідно спалити більше 20 кг вугілля.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6
А	Г	АБГ	АВ	—	БВГ

Під час наступної частини уроку можна розв'язувати задачі «творчого» змісту. Наприклад, такі задачі, у яких невідомий кінцевий агрегатний стан речовини.

1. У калориметр, що містить $m_b = 1,5$ кг води при температурі $t_b = 20$ °С, поклали $m_n = 1$ кг льоду, що має температуру $t_n = -10$ °С. Яка температура Θ встановиться в калориметрі? Теплоємність калориметра можна знехтувати.

Розв'язок. Цю задачу не дуже зручно розв'язувати в загальному вигляді: адже для складання рівняння теплового балансу необхідно заздалегідь знати, які процеси відбудуться з льодом і з водою, тобто яким буде кінцевий стан (тільки вода, вода й лід або тільки лід).

А це визначається саме числовими значеннями m_b , m_n , t_b , t_n . Припустимо спочатку, що весь лід розтане, а вода трохи охолоне. Тоді рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_b + Q_n = 0,$$

де $Q_b < 0$ — кількість теплоти, відданої водою; Q_n — кількість теплоти, отриманої льодом. Вода охолоджується від t_b до Θ , отже, $Q_b = m_b c_b (\Theta - t_b)$. Лід нагрівається від t_n до 0 °С, при 0 °С плавиться й далі (уже будучи водою!) нагрівається від 0 °С до Θ . Таким чином,

$$Q_n = m_n c_n (0 \text{ } ^\circ\text{C} - t) + \lambda m_n + m_n c_b (\Theta - 0 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

З рівняння теплового балансу одержуємо:

$$\Theta = \frac{m_b c_b t_b + m_n c_n t_n - \lambda m_n}{c_n (m_n + m_b)} = -21 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Однак отримане значення ($\Theta < 0\text{ }^\circ\text{C}$) суперечить зробленому припущенню, що весь лід розтане! Виходить, це припущення було неправильним. Можна тепер припустити, що вся вода змерзне. Але тоді температура Θ виявиться позитивною, що знову буде суперечити зробленому припущенню. Залишається лише один варіант відповіді: $\Theta = 0\text{ }^\circ\text{C}$, тобто весь лід не розтане й вся вода не змерзне,— у калориметрі буде суміш води з льодом. До цього результату можна прийти набагато швидше, якщо помітити, що вода, навіть охолонувши до $0\text{ }^\circ\text{C}$ (а охолонути далі, не замерзаючи, вона не може!), віддасть кількість теплоти $m_{\text{в}} c_{\text{в}} t_{\text{в}}$. Цієї кількості теплоти вистачить лише на плавлення льоду масою $\frac{m_{\text{в}} c_{\text{в}} t_{\text{в}}}{\lambda} = 0,38$ (кг), що менше початкової маси льоду $m_{\text{л}}$ (при цьому ми навіть не врахували необхідності нагрівання льоду до $0\text{ }^\circ\text{C}$). Виходить, весь лід розтанути не може, тобто $\Theta \leq 0\text{ }^\circ\text{C}$. Аналогічно доводиться, що $\Theta \geq 0\text{ }^\circ\text{C}$. Звідси одержуємо: $\Theta = 0\text{ }^\circ\text{C}$.

2. У калориметрі знаходиться вода масою 1 кг при температурі $20\text{ }^\circ\text{C}$. Скільки пари при температурі $100\text{ }^\circ\text{C}$ потрібно впустити в калориметр, щоб температура в ньому піднялася до $40\text{ }^\circ\text{C}$? (Відповідь: 33 г)

Домашнє завдання-1, 2

- У-1: §§ 26, 27.
- Підготуватися до тематичного оцінювання за темою «Теплові явища».

Урок 21/63

Тема. Принцип дії теплових двигунів

Мета уроку: розглянути застосування закону збереження й перетворення енергії в теплових двигунах; пояснити учням будову і принцип роботи парової турбіни.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Демонстрації	8 хв	1. Робота газу й пари при розширенні. 2. Будова й дія парової турбіни. 3. Фрагменти відеофільму «Парові турбіни»
Вивчення нового матеріалу	30 хв	1. Знайомимо із принципом дії теплових двигунів. 2. Парова турбіна
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Знайомимо із принципом дії теплових двигунів

Внутрішньою енергією володіють всі тіла — земля, цеглини, хмари й так далі. Однак найчастіше вилучити її важко, а часом й неможливо. Найбільш легко на потреби людини може бути використана внутрішня енергія лише деяких, образно кажучи, «горючих» й «гарячих» тіл. До них належать: нафта, вугілля, теплі джерела поблизу вулканів і так далі.

Розвиток техніки залежить від уміння використовувати величезні запаси внутрішньої енергії, що міститься в паливі. Використати внутрішню енергію — значить виконати за рахунок її корисну роботу, тобто внутрішню енергію необхідно перетворити в механічну.

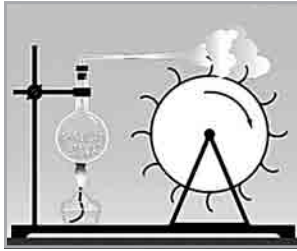
З тих пір як людство пізнало природу теплової енергії, учені почали пошук способу перетворення теплової енергії в механічну.

Над винаходом теплових машин в XVII–XVIII століттях працювали англійці Томас Севері, Джеймс Уатт, Томас Ньюкомен, француз Дені Папен, росіянин Ілля Ползунов і багато інших учених.

Принцип роботи всіх теплових двигунів дуже простий: всі вони перетворюють внутрішню енергію палива в механічну енергію.

Але як перетворити внутрішню енергію в механічну?

Зміцнимо невелику колбу з вигнутою трубкою над спиртівкою, а пару, що виходить із трубки, спрямуємо на колесо з лопатями (див. рисунок). Ударяючи в лопаті колеса, струмінь пари приводить колесо в рух.



При цьому внутрішня енергія палива частково перетворюється в механічну енергію колеса. У нашому досліді ми побудували найпростішу модель теплового двигуна.

➤ **Тепловими двигунами** називають машини, у яких внутрішня енергія палива частково перетворюється в механічну енергію.

Розширення робочого тіла — найважливіший процес у роботі будь-якого теплового двигуна. За допомогою демонстрацій потрібно показати учням, що газ, який має надлишковий тиск порівняно з навколишнім середовищем, може виконати роботу розширення за рахунок зміни своєї внутрішньої енергії.

Звичайно в тепловому двигуні роботу виконує сила тиску нагрітого газу (пари) при розширенні. Цей газ (або пару) називають робочим тілом теплового двигуна. Нагрівають пару за рахунок згоряння палива. Таким чином, у тепловому двигуні відбуваються такі перетворення енергії:

- 1) при згорянні палива його внутрішня енергія перетворюється у внутрішню енергію нагрітої пари;
- 2) розширюючись, пара виконує роботу, при цьому внутрішня енергія пари частково переходить у механічну енергію.

2. Парова турбіна

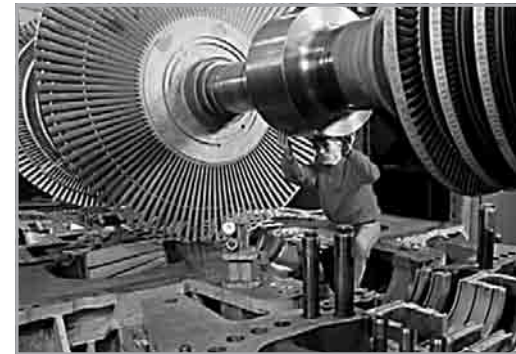
Для перетворення теплової енергії в механічну на теплових й атомних електростанціях використовують парові турбіни.

В основу дії турбіни покладене обертання колеса з лопатями під тиском водяної пари або газу.

Парова турбіна — тепловий двигун, у якому внутрішня енергія водяної пари перетворюється в механічну енергію. Для одержання водяної пари служать спеціальні парові казани, у яких за рахунок спалювання палива одержують водяну пару за підтримання дуже великого тиску (до $3 \cdot 10^7$ Па) і дуже високої температури (до 600°C).

Вище на рисунку був показаний принцип роботи парової турбіни. Струмені пари, що вириваються із сопел, чинять значний тиск на лопаті й приводять диск турбіни у швидкий обертний рух.

У сучасних турбінах застосовують не один, а кілька дисків, насаджених на загальний вал. Пара послідовно проходить через лопаті всіх дисків, віддаючи кожній з них частину своєї енергії.



Поступово дедалі ширшого застосування здобувають газові турбіни, у яких замість пари використовуються продукти згоряння газу.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Наведіть приклади перетворення внутрішньої енергії пари в механічну енергію.
- ? Які двигуни називають тепловими?
- ? Які види теплових двигунів вам відомі?
- ? Що покладено в основу дії парової турбіни?
- ? Які перетворення енергії відбуваються в паровій турбіні?
- ? Назвіть основні елементи парової турбіни.

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ**1. Навчаємося розв'язувати задачі**

1. Користуючись рисунком, розкажіть, з яких частин складається парова турбіна і як вона працює.



2. Чи змінюється тиск пари в соплах парової турбіни? Чи змінюється при цьому швидкість молекул пари?

Розв'язок. Тиск пари стає менше. Швидкість молекул збільшується. Як відомо, внутрішня енергія складається із суми потенціальної й кінетичної енергій молекул. При зниженні тиску потенціальна енергія молекул зменшується, вона перетворюється в кінетичну.

2. Поміркуй і відповідай

1. Чи відрізняється температура пари, що виходить із циліндра парової машини, від температури пари, що надходить у цей циліндр?
2. Яка форма механічної енергії пари — потенціальна чи кінетична — використовується в парових турбінах?
3. Чи належить вогнепальна зброя до теплових двигунів? Обґрунтуйте свою відповідь.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 28 (п. 1, 2).
2. С6-1:

рів1 — № 31.1, 31.2, 31.3, 32.9, 32.10.

рів2 — № 31.13, 31.18, 32.14, 32.20, 32.21.

рів3 — № 31.25, 31.26, 32.26, 32.27, 32.29.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 42 (п.1), 43 (п.1).
2. С6-2:
 - рів1** — № 31.1, 31.2, 31.5, 31.6.
 - рів2** — № 31.10, 31.11, 31.17.

Урок 22/64

Тема. Двигун внутрішнього згоряння

Мета уроку: продовжити знайомити учнів з фізичними принципами дії теплових двигунів на прикладі ДВЗ.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

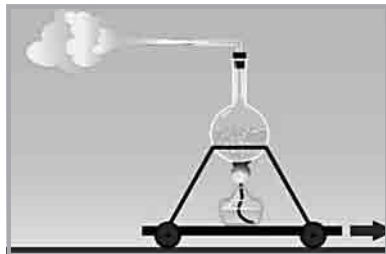
Контроль знань	5 хв	1. Що ми називаємо тепловою машиною? 2. У чому полягає принцип роботи теплової машини? 3. Принцип роботи парової турбіни
Демонстрації	8 хв	1. Кінематична модель ДВЗ. 2. Виконання роботи під час згоряння повітряно-бензинової суміші. 3. Фрагменти відеофільму «Теплові двигуни»
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Реактивний двигун. 2. Двигун внутрішнього згоряння
Закріплення вивченого матеріалу	7 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Реактивний двигун

Надуємо дитячу повітряну кульку й відпустимо її. Ми помічаємо, що куля летить у бік, протилежний тому, куди виходить з неї повітря.

Зміцнімо колбу з вигнутою трубкою на візку над спиртівкою (див. рисунок). Пара, що виходить із трубки, буде штовхати візок.



Що спільного в цих дослідах? Насамперед, спільне те, що відбувається взаємодія двох тіл: у першому досліді взаємодіють куля й повітря, що вилітає з нього; у другому — пара й візок.

Спільне й те, що тіла, які взаємодіють, відштовхуються одне від одного й у результаті взаємодії рухаються в протилежних напрямках.

➤ *Рух, за якого тіло змінює швидкість, відкидаючи свою частину, називають реактивним.*

Найбільш простим за будовою твердопаливним реактивним двигуном є сигнальна ракета. Після запуску ракети тверде паливо в ракеті запалюється. Гази, що утворюються при цьому, випливають із отвору з великою швидкістю, а сама ракета рухається в протилежну сторону.

Рідинний реактивний двигун відрізняється від твердопаливного тільки видом палива. Паливо й окисник спеціальними насосами подаються в розпиленому вигляді в камеру згоряння. Гази, що утворилися в камері згоряння, викидаються з великою швидкістю, відштовхуючись від її стінок. У результаті ракета рухається в бік, протилежний руху газів.

Реактивний рух — єдиний спосіб переміщення в космосі, тому на космічних ракетах ставлять реактивні двигуни.

2. Двигун внутрішнього згоряння.

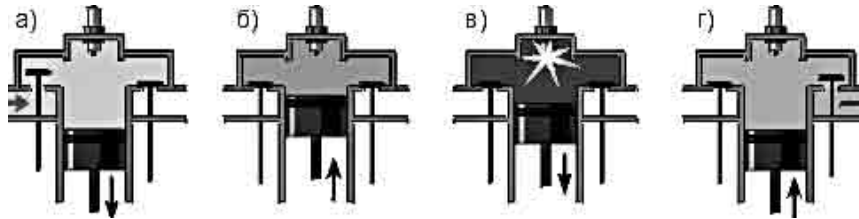
Двигунами внутрішнього згоряння називають велику групу двигунів, у яких згоряння палива відбувається усередині двигуна.

Перший двигун внутрішнього згоряння винайшов 1860 р. французький інженер Етьєн Ленуар. У 1876 р. німецький інженер Ніколаус Отто запропонував більш досконалий двигун. У 1897 р. німецький інженер Рудольф Дизель запропонував ще досконаліший двигун, згодом названий дизелем.

Робота двигуна внутрішнього згоряння складається з декількох повторюваних один за одним етапів, або, як кажуть, *тактів*. Усього їх чотири. Відлік тактів починається з моменту, коли поршень перебуває в крайній верхній точці й обидва клапани закриті.

Перший такт називається впуск (див. рисунок а). Впускний клапан відкривається, і поршень, що опускається, засмоктує бензиново-повітряну суміш усередину камери згоряння. Після

цього впускний клапан закривається. Другий такт — стиск (рисунк б). Поршень, піднімаючись угору, стискає бензиново-повітряну суміш.



Третій такт — робочий хід поршня (рисунк в). На кінці свічі спалахує електрична іскра. Бензиново-повітряна суміш майже миттєво згоряє, і в циліндрі виникає висока температура. Це призводить до сильного зростання тиску, і гарячий газ виконує корисну роботу — штовхає поршень униз.

Четвертий такт — випуск (рисунк г). Впускний клапан відкривається, і поршень, рухаючись угору, виштовхує гази з камери згоряння у вихлопну трубу. Потім клапан закривається.

Отже, один робочий цикл двигуна відбувається упродовж чотирьох тактів. При цьому колінчатий вал робить два повних оберти. Отже, у двигуні внутрішнього згоряння нагрівачем є бензин, що згоряє, робочим тілом — розпечені гази, холодильником — навколишнє середовище.

В автомобільних двигунах ставлять часто кілька циліндрів. Дію їх узгоджують так, щоб при кожному такті в якомусь циліндрі здійснювався робочий хід: тоді при кожному такті вал одержує енергію від одного або декількох циліндрів.

Завдяки малій масі при порівняно великій потужності двигуни внутрішнього згоряння здобули найширшого застосування на транспорті: з'явилися автомобілі, тепловози, теплоходи, літаки.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? *Надуйте дитячу гумову кульку й відпустіть її. З яким явищем ви при цьому зіштовхуєтесь?*
- ? *Поспостерігайте за шлангом для поливання городу в момент подачі води. Поясніть побачене.*

- ? *За рахунок якої енергії відбувається механічна робота у двигуні внутрішнього згоряння?*
- ? *Які фізичні явища відбуваються при згорянні горючої суміші у ДВЗ?*
- ? *Назвіть процеси, які відбуваються в чотиритактному двигуні внутрішнього згоряння?*
- ? *Які існують двигуни внутрішнього згоряння?*

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Автомобіль рівномірно рухається по горизонтальній дорозі. При згорянні палива у двигуні автомобіля виділилася енергія 150 кДж. Яка частина цієї енергії перетворилася, зрештою, в механічну?

Розв'язок. Ні кінетична, ні потенціальна енергія автомобіля не змінилися. Енергія, що виділилася, витрачена на подолання різних видів тертя; отже, вся ця енергія перейшла у внутрішню енергію шин, що нагрілися, дороги, повітря й т. ін.

2. Чому температура газу у двигуні внутрішнього згоряння під час такту «робочий хід» знижується?
3. Для чого паливо в циліндри двигуна внутрішнього згоряння подається в розпиленому стані?

2. Поміркуй і відповідай

1. Що являє собою горюча суміш, що подається в циліндр двигуна внутрішнього згоряння?
2. Які способи підпалювання горючої суміші використовуються у двигунах внутрішнього згоряння?
3. Поясніть, чому випуск відпрацьованих газів (якщо в автомобіля немає глушника) відбувається із шумом. У чому суть роботи глушника?

Відповідь: відпрацьовані гази при випуску із циліндра мають значно більший тиск, ніж атмосферне повітря. Розширюючись із великою швидкістю, вони створюють шум. Робота глушника полягає в зменшенні швидкості виходу газу із циліндра двигуна.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 28 (п. 3, 4).
2. С6-1:
 - рів1 — № 31.4, 31.5, 32.6, 32.7, 32.11.
 - рів2 — № 31.14, 31.15, 31.16, 31.17.
 - рів3 — № 31.28, 31.32, 31.33, 31.34, 31.35.

Домашнє завдання-2

1. У-2: § 43 (п.2, 3).
2. С6-2:
 - рів1 — № 31.3, 31.4, 31.7.
 - рів2 — № 31.12, 31.13, 31.14, 31.15.

Урок 23/65

Тема. ККД теплового двигуна

Мета уроку: навчити учнів визначати ефективність теплових двигунів; показати шляхи підвищення ККД теплових двигунів.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

План уроку

Контроль знань	5 хв	1. Який принцип роботи реактивного двигуна? 2. Який принцип роботи двигуна внутрішнього згорання? Опишіть коротко кожний із чотирьох тактів роботи двигуна, використовуючи наведені в підручнику схеми. 3. Принцип роботи парової турбіни
Демонстрації	5 хв	Фрагменти відеофільму «Теплові двигуни»
Вивчення нового матеріалу	20 хв	1. Перетворення енергії при роботі теплового двигуна. 2. Коефіцієнт корисної дії
Закріплення вивченого матеріалу	15 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ**1. Перетворення енергії при роботі теплового двигуна**

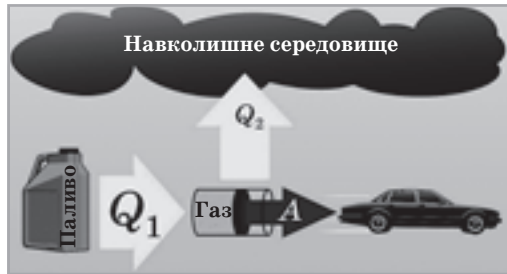
На початку уроку у формі бесіди з учнями з'ясуємо питання: «Що ж спільного в принципі роботи всіх видів теплових двигунів?» Відповідь на це питання підказує зміст вивченого матеріалу: у кожному тепловому двигуні роботу виконує сила тиску нагрітої пари (газу), що розширюється: у паровій турбіні вона тисне на лопаті турбіни, у реактивному — штовхає ракету, а у двигуні внутрішнього згорання — штовхає поршень у циліндрі. Цю пару називають робочим тілом теплового двигуна.

Нагрівання газу відбувається завдяки спалюванню палива: на теплових електростанціях — вугілля, газу або мазуту, у ракетах — ракетного палива, у двигунах внутрішнього згорання — бензину або дизельного палива.

➤ *Таким чином, у тепловому двигуні відбуваються такі перетворення енергії:*

- при спалюванні палива його внутрішня енергія переходить у внутрішню енергію пари (газу);
- розширюючись, газ виконує роботу — при цьому внутрішня енергія газу частково перетворюється в механічну енергію.

На рисунку схематично показані перетворення енергії в тепловому двигуні.



Тут Q_1 — кількість теплоти, передана робочому тілу (газу) при спалюванні палива; A — виконувана двигуном механічна робота (наприклад, з розгону автомобіля); Q_2 — кількість теплоти, передана навколишньому середовищу.

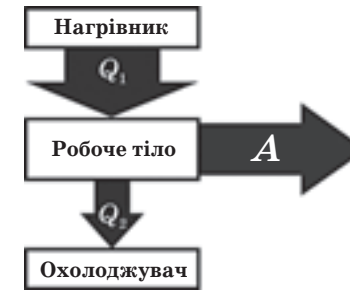
З наведеної схеми видно, що при роботі теплового двигуна далеко не вся енергія, що виділилася при згорянні палива, перетворюється в механічну: значна кількість теплоти передається навколишньому середовищу. Ось чому в будь-якому тепловому двигуні є пристрій, спеціально призначений для охолодження двигуна. Без постійного охолодження двигуна він перестає працювати.

На рисунку ширина стрілок приблизно відповідає числовим значенням відповідних величин.

На початку XIX століття французький учений Саді Карно в роботі «Міркування про рушійну силу вогню й машини, здатних розвивати цю силу» довів, що тепловий двигун може працювати тільки за умови, що значна частина енергії, яка виділилася при згорянні палива, передається за допомогою теплообміну навколишньому середовищу.

2. Коефіцієнт корисної дії

У 1824 році С. Карно встановив, що тепла машина повинна складатися з нагрівника, робочого тіла, що, власне, виконує роботу й холодильника (охолоджувача).



Така машина буде виконувати роботу, якщо температура охолоджувача нижче температури нагрівника. За законом збереження енергії ця робота дорівнюватиме $A = Q_1 - Q_2$.

Ефективність теплового двигуна тим вище, чим більше робота A , виконана двигуном, за тієї ж кількості теплоти Q_1 , що виділилася при згорянні палива.

➤ **Коефіцієнтом корисної дії** η теплового двигуна називають виражене у відсотках відношення роботи A , виконаної двигуном, до кількості теплоти Q_1 , що виділилася при згорянні палива:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \cdot 100\%.$$

Оскільки робота $A = Q_1 - Q_2$, то

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\%.$$

Зважаючи на те, що передана навколишньому середовищу кількість теплоти Q_2 завжди більше нуля, коефіцієнт корисної дії будь-якого теплового двигуна менше 100%. Це означає, що на механічну енергію можна перетворити тільки частину енергії, яка виділилася при згорянні палива.

Із часів появи перших теплових двигунів учені й інженери прагнули максимально збільшити їх ККД. І вони досягли значних успіхів: якщо ККД перших парових машин становив усього лише близько 1%, а ККД паровозів — близько 5%, то ККД сучасних двигунів внутрішнього згорання досягає 35–40%. Такий же приблизно ККД сучасних парових турбін на теплових електростанціях.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Які перетворення енергії відбуваються при роботі теплового двигуна?
- ? Чи вся енергія, що виділилася при спалюванні палива, перетворюється на механічну при роботі теплового двигуна?
- ? Чому в теплових двигунах тільки частина енергії палива перетворюється на механічну енергію?
- ? Чому ККД теплової машини завжди менше 100 %?
- ? Чому не можна створити «вічний двигун»?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ**1. Навчаємося розв'язувати задачі**

1. Двигун потужністю 10 кВт споживає за годину 3 л бензину. Визначте ККД двигуна.

Розв'язок. Відповідно до визначення ККД $\eta = \frac{A_k}{Q_1} \cdot 100\%$. Ко-

рисна робота $A_k = P \cdot t$, теплота згоряння бензину $Q_1 = qm_1$. Оскільки маса бензину $m_1 = \rho V$, то

$$\eta = \frac{P \cdot t}{q\rho V} \cdot 100\%.$$

$$\eta = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 3600}{44 \cdot 10^6 \cdot 710 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 38\%.$$

2. Яку масу бензину витратили двигуни літака, що пролетів 500 км із середньою швидкістю 250 км/год. Середня потужність двигунів літака при ККД 25 % становить 2 МВт. Питома теплота згоряння бензину 46 МДж/кг.

Розв'язок. Відповідно до визначення ККД $\eta = \frac{A_2}{Q_1} \cdot 100\%$. З ура-

хуванням того, що $A_2 = P \cdot t$ й $Q_1 = qm_1$, одержуємо:

$$\eta = \frac{P \cdot t}{q \cdot m_1} = \frac{P \cdot s}{q \cdot m_1 \cdot v}.$$

Звідси:

$$m_1 = \frac{P \cdot s}{\eta \cdot q \cdot v}.$$

Перевіряємо одиниці величин:

$$[m] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{м}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{м}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{кг}.$$

Обчислюємо масу бензину:

$$m_1 = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^5}{0,25 \cdot 46 \cdot 10^6 \cdot 250/3,6} \approx 1250 \text{ (кг)}.$$

Відповідь: у польоті було витрачено 1,25 т бензину.

3. Автомобіль проїхав 80 км, витратив 14 л бензину. Двигун автомобіля розвивав середню потужність 40 кВт. З якою середньою швидкістю рухався автомобіль, якщо ККД його двигуна 30 % ?

2. Поміркуй і відповідай

1. В одній паровій турбіні для здійснення корисної дії використовується 1/5 частина енергії, а в іншій — 1/3 частина. ККД якої турбіни більше? Знайдіть ККД кожної турбіни.
2. У якому випадку рідке розпилене паливо в циліндрі двигуна внутрішнього згоряння має більшу внутрішню енергію: до кінця такту усмоктування чи до кінця такту стиску? Поясніть свою відповідь.

Домашнє завдання-1

1. У-1: § 28 (п. 5).

2. Сб-1:

рів1 — № 31.7, 31.8, 31.9, 31.10, 31.11.

рів2 — № 31.19, 31.20, 31.21, 31.22, 31.23.

рів3 — № 31.27, 31.29, 31.30, 31.31, 31.36.

Домашнє завдання-2

1. У-2: §§ 42 (п. 2).

2. Сб-2:

рів1 — № 31.8, 31.9 31.16.

рів2 — № 31.18, 31.19, 31.20, 31.21.

рів3 — № 31.27, 31.28, 31.29, 31.30.

3. Д: Підготуватися до самостійної роботи № 24 «Теплові двигуни».

Завдання для самостійної роботи № 24 «Теплові двигуни»

Початковий рівень

- У легковому автомобілі використовують двигун внутрішнього згоряння. Виберіть правильне твердження.
 - Впускний і випускний клапани двигуна внутрішнього згоряння відкриваються одночасно.
 - У двигуні внутрішнього згоряння внутрішня енергія палива перетворюється в потенціальну енергію автомобіля.
 - У вихлопних газах автомобіля містяться шкідливі для навколишнього середовища речовини.
- Виберіть правильне твердження щодо роботи парової турбіни.
 - Парові турбіни використовують на літаках.
 - Парові турбіни використовують на автомобілях.
 - Потужні парові турбіни застосовують на теплових електростанціях.

Середній рівень

- Де застосовують двигуни внутрішнього згоряння? Наведіть приклади.
- Який принцип роботи парової турбіни? Де її використовують?

Достатній рівень

- Який ККД теплового двигуна, що виконав корисну роботу 70 кДж, якщо при повному згорянні палива виділилася енергія 200 кДж?
- Теплова машина за один цикл одержує від нагрівника кількість теплоти 10 Дж і віддає холодильнику 6 Дж. Який ККД теплової машини?

Високий рівень

- Двигун потужністю 18 кВт за 3 год роботи витратив 12 кг гасу. Який ККД цього двигуна?
- Двигун витратив 6 кг гасу за 2 год. Яка потужність цього двигуна, якщо його ККД дорівнює 25 % ?

Урок 24/66

Тема. Теплові двигуни і захист навколишнього середовища

Мета уроку: ознайомити учнів з екологічними проблемами використання теплових двигунів.

Тип уроку: комбінований урок.

План уроку

Контроль знань	12 хв	Самостійна робота № 24 «Теплові двигуни»
Вивчення нового матеріалу	25 хв	1. Екологічні проблеми використання теплових двигунів. 2. Захист навколишнього середовища
Закріплення вивченого матеріалу	8 хв	1. Контрольні питання. 2. Навчаємося розв'язувати задачі. 3. Поміркуй і відповідай

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Екологічні проблеми використання теплових двигунів

У своєму житті ми постійно зустрічаєтеся з різноманітними двигунами. Вони надають рух автомобілям і літакам, тракторам, кораблям й залізничним локомотивам. Електричний струм виробляється переважно за допомогою теплових машин. Саме поява й подальше поширення теплових машин забезпечили можливість для швидкого розвитку промисловості в XVIII–XX ст.

Робота теплових машин пов'язана з використанням викопного палива. Сучасне світове співтовариство використовує енергетичні ресурси у величезних масштабах. Наприклад, за 2007 рік енергоспоживання склало приблизно $5 \cdot 10^{17}$ кДж.

Всі теплові втрати в різних теплових двигунах призводять до підвищення внутрішньої енергії оточуючих тіл і, врешті-решт, атмосфери. Здавалося б, що вироблення $5 \cdot 10^{17}$ кДж енергії за рік, віднесена до площі освоєної людиною суші (8,5 млрд га), дасть незначну величину $0,15 \text{ Вт/м}^2$ порівняно з надходженням променевої енергії Сонця на земну поверхню: $1,36 \text{ кВт/м}^2$.

Топки теплових електростанцій, двигуни внутрішнього згоряння автомобілів, літаків й інших машин викидають в атмосфе-

ру шкідливі для людини речовини, наприклад сірчисті сполуки, оксиди азоту, вуглеводні, чадний газ, хлор і т. ін. Ці речовини потрапляють в атмосферу, а з неї — у різні частини ландшафту. Оксиди сірки й азоту поєднуються з атмосферною вологою, утворюючи сульфатну й нітратну кислоти.

Забруднення повітря й водойм, загибель хвойних лісів і багато інших свідчень катастрофічного становища природи відзначено в ряді регіонів України й азіатської частини Росії.

Застосування парових турбін на електростанціях вимагає багато води й великих площ, які відводяться під ставки для охолодження відпрацьованої пари. Зі збільшенням потужності електростанцій потреба у воді й нових площах різко зростає.

Величезна кількість продуктів згоряння палива, зокрема, вуглекислий газ, зумовлюють виникнення так званого «парникового ефекту». Справа в тому, що вуглекислий газ вільно пропускає енергію сонячного випромінювання до Землі, але не «випускає» назад у космічний простір теплове випромінювання нагрітої Сонцем поверхні Землі. У результаті температура повітря поблизу земної поверхні підвищується.

Посилення парникового ефекту, обумовлене викидами величезних кількостей вуглекислого газу, може призвести до глобального потепління, що загрожує катастрофічними наслідками. Наприклад, воно вже почало призводити до танення полярних льодів і гірських льодовиків, і, якщо парниковий ефект буде посилюватися, рівень Світового океану почне підніматися. За деякими оцінками, він може піднятися більш ніж на метр, що призведе до затоплення величезних прибережних територій.

2. Захист навколишнього середовища

Людство не може відмовитися від використання машин у своїй діяльності. Тому боротьба зі шкідливими наслідками роботи теплових двигунів ведеться за декількома напрямками.

Перший напрямок: удосконалення теплових двигунів, підвищення їх ККД дозволяє одержувати ту саму механічну енергію при спалюванні меншої кількості палива.

Другий напрямок: використання енергозберігаючих технологій — при цьому споживання енергії на виробництво тієї самої продукції (наприклад, одного автомобіля) значно зменшується.

Третій напрямок: пошук і використання джерел енергії, у яких не спалюють паливо. Це, наприклад, атомні електростанції, проєктовані термоядерні електростанції, використання енергії Сонця, вітру, морських припливів тощо.

Необхідність значно знизити викид забруднюючих речовин призвела до використання нових видів палива, зокрема до будівництва атомних електростанцій (АЕС). Але на атомних електростанціях виникають інші проблеми: поховання небезпечних радіоактивних відходів, а також проблема безпеки.

Питання до учнів у ході викладу нового матеріалу

- ? Який приблизно ККД сучасних теплових двигунів?
- ? Які теплові двигуни найсильніше забруднюють повітря у великих містах?
- ? Як впливає неповне згоряння палива на величину ККД теплового двигуна?
- ? Що роблять для зниження шкідливих наслідків роботи теплових двигунів?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Який ККД теплового двигуна, що виконав корисну роботу 35 кДж, якщо при повному згорянні палива виділилася енергія 100 кДж?
2. Тепловий двигун, ККД якого дорівнює 35%, виконав корисну роботу 700 кДж. Яка кількість теплоти виділилося при згорянні палива?

2. Поміркуй і відповідай

1. Наведіть приклади вирішення екологічних проблем, пов'язаних з використанням теплових двигунів.
2. Що таке ТЕЦ? У чому перевага ТЕЦ порівняно з тепловими електростанціями інших типів?

Домашнє завдання

1. У-1: § 28.
2. Розпочати підготовку до підсумкового тематичного оцінювання знань.

Урок 25/67

Тема. Узагальнюючий урок

Мета уроку: узагальнити вивчений матеріал за темою «Теплові явища»; підготувати учнів до майбутнього тематичного оцінювання знань.

Тип уроку: урок узагальнення знань.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На цьому уроці вчителю необхідно узагальнити вивчений матеріал за темою «Теплові явища» і підготувати учнів до підсумкового тематичного оцінювання знань.

На уроці слід приділити увагу як тестовим, так і якісним та розрахунковим задачам. Використовуючи тести (згадайте «пальчики» й «кулачки»), потрібно спробувати з'ясувати прогалини знань в учнів й усунути їх.

Тестові завдання

- Температура кипіння води у відкритій посудині дорівнює 98°C . Чим це може бути викликано? Виберіть правильне твердження.
 - Атмосферний тиск вищий за нормальний.
 - Атмосферний тиск нижчий за нормальний.
 - Нагрівання води було дуже швидким.
 - Нагрівання води було дуже повільним.
- В автомобілі використовують двигун внутрішнього згорання (ДВС). Відзначте, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
 - У ДВС внутрішня енергія пального перетворюється в потенціальну енергію автомобіля.
 - У ДВС надходять пальне й атмосферне повітря.
 - Впускний і випускний клапани ДВС відкриваються одночасно.
 - Вихлопні гази автомобіля не містять шкідливих речовин.
- Щоб розплавити 1 т залізного лому, узятим при температурі 35°C , витратили 100 кг кам'яного вугілля. Відзначте, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Залізу передана кількість теплоти, що перевищує 800 МДж.

- При повному згорянні вугілля масою 100 кг виділяється кількість теплоти, більша за 2500 МДж.
 - ККД установки в цьому випадку менше 45 %.
 - ККД установки в цьому випадку більше 40 %.
- Пари ртуті масою 3 г мають температуру 357°C . Пари конденсуються, після чого рідка ртуть охолоджується до 57°C . Відзначте, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Внутрішня енергія ртуті при конденсації збільшується.
 - Загальна кількість теплоти, що виділилася, менше 900 Дж.
 - При конденсації пари виділяється 870 Дж теплоти.
 - Загальна кількість теплоти, що виділилася, більше 850 кДж.
 - ККД мотоциклетного двигуна дорівнює 25 %, а витрата бензину при швидкості руху 90 км/год становить 4 кг на 100 км шляху. Відзначте, які з наведених чотирьох тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Корисна робота, виконана двигуном за годину, менше 45 МДж.
 - Корисна потужність двигуна більше 10 кВт.
 - При повному згорянні витраченого за годину бензину виділяється більше 170 МДж енергії.
 - Чим вище ККД двигуна, тим більше витрата палива на 100 км шляху.

Відповіді:

1	2	3	4	5
Б	Б	АБВ	ВГ	АБ

Якісні задачі

- За рахунок якої енергії відбувається механічна робота у двигуні внутрішнього згорання?
- Де кипляча вода «гарячіша»: на високій горі або в глибокій шахті?
- У якому випадку справедливе рівняння теплового балансу?

4. Два справних термометри для вимірювання температури навколишнього повітря, установлені неподалік один від одного, опівдні показали $27\text{ }^\circ\text{C}$ й $40\text{ }^\circ\text{C}$. Чим може бути викликане таке розходження в показаннях термометрів?

Розрахункові задачі

1. У калориметр із водою, температура якої $t_{\text{в}} = 20\text{ }^\circ\text{C}$, переносять нагріті в окропі однакові металеві кульки. Після переносу першої кульки температура в калориметрі піднялася до $t_1 = 40\text{ }^\circ\text{C}$. Якою стане температура води в калориметрі після перенесення двох кульок? Трьох? Скільки кульок треба перенести, щоб температура в калориметрі стала рівною $90\text{ }^\circ\text{C}$?

Розв'язок. Нехай у калориметр перенесли з окропу N кульок.

Позначимо теплоємність кульки C , теплоємність води $C_{\text{в}}$, температуру окропу t_0 , кінцеву температуру t . Відповідно до рівняння теплового балансу $C_{\text{в}}(t - t_{\text{в}}) = NC(t_0 - t)$. При $N = 1$ й $t = t_1$ одержуємо $C_{\text{в}}(t_1 - t_{\text{в}}) = C(t_0 - t_1)$. Підставляючи в це рівняння числові значення відомих величин, одержуємо $C_{\text{в}} = 3C$. Отже, при будь-якому N справедливе рівняння $3(t - t_1) = N(t_0 - t)$. При $N = 2$ одержуємо $t = 52\text{ }^\circ\text{C}$, при $N = 3$ одержуємо $t = 60\text{ }^\circ\text{C}$, при $t = 90\text{ }^\circ\text{C}$ знаходимо $N = 21$.

2. Електричний кип'ятильник потужністю 350 Вт не може нагріти 600 г води до кипіння. Переконавшись у цьому, його вимикають. На скільки градусів понизиться температура води через 15 с після вимикання кип'ятильника? (Відповідь: на $2\text{ }^\circ\text{C}$)

Вказівка. Вода не нагрівається, якщо кількість теплоти, отриманої від кип'ятильника, дорівнює кількості теплоти, переданої за той самий час навколишньому середовищу.

Домашнє завдання

Підготуватися до тематичного оцінювання за темами «Робота й енергія» й «Теплові явища».

Урок 26/68

Тема. Тематичне оцінювання знань за темами «Робота й енергія», «Теплові явища»

Мета уроку: оцінити знання, уміння й навички учнів за вивченими темами.

Тип уроку: урок контролю й оцінювання знань.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

Тематичне оцінювання знань, умінь і навичок учнів здійснюється різними способами:

- 1) письмова контрольна робота;
- 2) усний фронтальний підсумковий залік;
- 3) письмовий тематичний залік;
- 4) тестування.

Шаблон у контролі знань неприпустимий. Необхідно перевірити не тільки запам'ятовування, але й ступінь осмислення навчального матеріалу.

Тестування має деякі переваги перед традиційними способами контролю навчальних досягнень учнів:

- оцінювання учнів не залежить від суб'єктивності перевіряючого;
- база тестових завдань є відкритою й доступною для всіх (тести надруковані у вигляді збірників), завдяки чому можна заздалегідь підготуватися до тестування;
- використання елементів тестових завдань безпосередньо на уроках підвищує ефективність навчального процесу, забезпечує оперативний зворотний зв'язок між учителем й учнями;
- результати тестування дають можливість глибше проаналізувати рівень знань учнів, що дозволяє виробити більш конкретні рекомендації щодо корекції змісту навчального процесу.

Підсумкове тематичне оцінювання рекомендуємо проводити різними способами. Наприклад, тестування учнів можна виконати на уроці в класі, а контрольну роботу задати додому. Об'єктивність контролю, таким чином, збільшується. Можна контрольну роботу провести в класі, а тестування задати додому.

У процесі тестування кожен учень самостійно вибирає тільки ті 6 завдань із 12 , рівень яких, на його думку, відповідає рівневі його навчальних досягнень.

Записуючи відповіді на завдання тесту, учень обводить букви, що відповідають твердженням, які він вважає правильними, й закреслює букви, що відповідають твердженням, які він вважає неправильними.

Як приклад наведемо два варіанти тестів.

Варіант 1

Початковий рівень

- (0,5 б.) Людина рівномірно піднімає вантаж на деяку висоту. Виберіть правильне твердження.
 - Виконана людиною при підйомі вантажу робота дорівнює добутку ваги вантажу на висоту підйому.
 - Кінетична енергія вантажу при підйомі збільшується.
 - Потенціальна енергія вантажу при підйомі зменшується.
 - Чим більше маса вантажу, що піднімають, тим менше виконана людиною робота.
- (0,5 б.) При кипінні чайника вікна на кухні «запотіли». Виберіть правильне твердження.
 - При кипінні температура води збільшується.
 - «Запотівання» вікон — це приклад випаровування води.
 - «Запотівання» вікон — це приклад конденсації водяної пари.
 - Чим тепліше на вулиці, тим сильніше «запотівають» вікна.
- (0,5 б.) Олово легко розплавити, нагріваючи його полум'ям газового пальника. Виберіть правильне твердження.
 - При плавленні олова виникає кристалічна решітка.
 - У процесі плавлення температура олова не змінюється.
 - У розплавленому олові відстані між атомами набагато більші за розміри самих атомів.
 - У процесі плавлення температура олова збільшується.

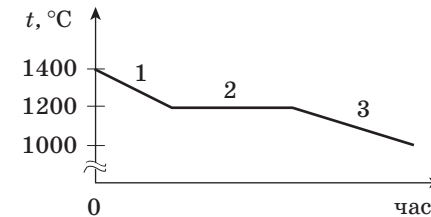
Середній рівень

- (1 б.) Піднімальний кран підняв плиту масою 500 кг на висоту 6 м. Плита рухалася з постійною швидкістю. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Кінетична енергія плити при підйомі збільшувалася.
 - Потенціальна енергія плити збільшилася на 30 кДж.
 - Піднімальний кран виконав роботу 3 кДж.
 - Потенціальна енергія плити перейшла в кінетичну.

- (1 б.) У плавильній печі в спеціальній посудині знаходиться розплавлене золото масою 50 г. Піч вимикають. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Золото твердне при температурі, більшій за 1000 °С.
 - У процесі тверднення золото передає оточуючим тілам кількість теплоти, більшу за 5 кДж.
 - У процесі тверднення внутрішня енергія золота збільшується.
 - Посудина може бути виготовлена зі сталі.
- (1 б.) При кипінні 10 г води перетворилися на пару. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Воді передано більше 10 кДж теплоти.
 - Внутрішня енергія 10 г води більше, ніж внутрішня енергія 10 г пари за тієї самої температури.
 - При кипінні води її температура залишалася рівною 100 °С.
 - Воді передано менше 20 кДж теплоти.

Достатній рівень

- (2 б.) Автомобіль їде по горизонтальній дорозі зі швидкістю 72 км/год, розвиваючи потужність 20 кВт. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
 - Кінетична енергія автомобіля не змінюється.
 - За 10 хв двигун виконує роботу 12 МДж.
 - Потенціальна енергія автомобіля під час руху переходить у кінетичну.
 - Сила тяги автомобіля дорівнює 1 кН.
- (2 б.) На рисунку наведений графік залежності від часу температури металу, вийнятого з плавильної печі. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.



- А Ділянка 2 відповідає остиганню рідкого металу.
- Б Метал може бути міддю.
- В На ділянці 3 у металу відсутня кристалічна решітка.
- Г Ділянка 1 відповідає твердженню рідкого металу.

9. (2 б.) Водяну пару масою 1 кг, узятую при температурі 100 °С, перетворили у воду при температурі 20 °С. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А У даному процесі виділилося 2,3 МДж теплоти.
- Б При конденсації пари енергія поглинається.
- В У даному процесі пари передано більше 2,5 МДж теплоти.
- Г Внутрішня енергія води, що вийшла, більше внутрішньої енергії пари.

Високий рівень

10. (3 б.) Маляр за допомогою рухомого блока масою 2 кг підняв на висоту 5 м цебро масою 8 кг. Цебро рухалося рівномірно. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А Маляр прикладає силу 40 Н.
- Б При використанні рухомого блока програють у відстані в 2 рази.
- В Потенціальна енергія цебра збільшилася на 400 Дж.
- Г Маляр виконав роботу, більшу за 450 Дж.

11. (3 б.) Щоб розплавити 1 т залізного лому, узятую при температурі 35 °С, витратили 100 кг кам'яного вугілля. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А При повному згорянні вугілля масою 100 кг виділяється кількість теплоти, більша за 2500 МДж.
- Б ККД установки в цьому випадку більше 40 %.
- В Залізу передана кількість теплоти, що перевищує 800 МДж.
- Г ККД установки в цьому випадку менше 45 %.

12. (3 б.) Щоб одержати воду зі 100 кг льоду, узятую при температурі -15 °С, 3 кг природного газу спалюють у печі із ККД 40 %. Питома теплота згоряння газу 44 МДж/кг. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

- А При повному згорянні газу виділяється кількість теплоти, більша за 108 Дж.

- Б Щоб нагріти й розплавити лід, треба затратити кількість теплоти, меншу за 30 МДж.
- В На нагрівання води, що утворилася при плавленні льоду, витрачена кількість теплоти, більша за 15 МДж.
- Г Вода нагріється до температури вище 52 °С.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А	В	Б	Б	АГ	АВ	АБГ	—	—	БВГ	АВГ	АВ

Варіант 2

Початковий рівень

1. (0,5 б.) Брусок зісковзує по похилій площині. Виберіть правильне твердження.

- А Кінетична енергія бруска зменшується.
- Б Потенціальна енергія бруска переходить у кінетичну.
- В Швидкість бруска найбільша посередині похилої площини.
- Г Потенціальна енергія бруска збільшується.

2. (0,5 б.) Відкриту каструлю з водою поставили на плиту. Виберіть правильне твердження.

- А Якщо каструлю накрити кришкою, швидкість випаровування збільшиться.
- Б Вода випаровується за будь-якої температури.
- В З ростом температури швидкість випаровування зменшується.
- Г Під час кипіння температура води постійно підвищується.

3. (0,5 б.) Виберіть правильне твердження щодо роботи парової турбіни.

- А Найпотужніші парові турбіни застосовують на теплових електростанціях.
- Б На електростанціях парові турбіни безпосередньо виробляють електроенергію.
- В Парові турбіни використовують на автомобілях.
- Г Парові турбіни використовують на літаках.

Середній рівень

4. (1 б.) По похилій площині довжиною 2,5 м і висотою 0,5 м рівномірно витягають тіло вагою 160 Н, прикладаючи в напрямку руху силу 40 Н. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Вся виконана робота дорівнює 100 Дж.
Б Похила площина дає виграш у відстані.
В Дана похила площина дає виграш у силі в 2,5 рази.
Г Корисна робота дорівнює 80 Дж.
5. (1 б.) У плавильній печі в спеціальній посудині знаходиться розплавлене золото масою 50 г. Піч вимикають. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Золото твердне при температурі, більшій за 1000 °С.
Б У процесі тверднення золото передає оточуючим тілам кількість теплоти, більшу за 5 кДж.
В У процесі тверднення внутрішня енергія золота збільшується.
Г Посудина може бути виготовлена зі сталі.
6. (1 б.) Під час кипіння 10 г води перетворилися на пару. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Під час кипіння води її температура залишалася рівною 100 °С.
Б Воді передано більше 10 кДж теплоти.
В Воді передано менше 20 кДж теплоти.
Г Внутрішня енергія 10 г води більше, ніж внутрішня енергія 10 г пари за тієї самої температури.

Достатній рівень

7. (2 б.) Двигун прогулянкового катера розвиває потужність 80 кВт при швидкості руху 36 км/год. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Коли катер набирає швидкість, сила тяги була більше, ніж сила опору руху.
Б Сила тяги двигуна дорівнює 8 кН.
В За час годинної прогулянки по морю двигун виконав роботу 80 МДж.
Г Коли катер рухався рівномірно прямолінійно, рівнодійні сили тяги й сили опору руху дорівнювали нулю.

8. (2 б.) У калориметрі знаходилася холодна вода масою 600 г при температурі 20 °С. Після доливання гарячої води з температурою 100 °С у калориметрі встановилася температура 40 °С. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Маса долитої в калориметр гарячої води менше 150 г.
Б Маса долитої в калориметр гарячої води менше 250 г.
В Холодна вода одержала кількість теплоти, більшу за 35 кДж.
Г Холодна вода одержала кількість теплоти, більшу за 45 кДж.
9. (2 б.) Для одержання 15 кг дистильованої води взяли воду при температурі 40 °С, нагріли до 100 °С і випарили. При цьому витратили 2 кг гасу. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Воді передано більше 45 МДж теплоти.
Б При повному згорянні 2 кг гасу виділяється більше 100 МДж теплоти.
В Теплові втрати склали менше 70 %.
Г Теплові втрати склали менше 60 %.

Високий рівень

10. (3 б.) Щоб розтопити на примусі 10 кг льоду, узятого при температурі -40 °С, полярники витратили 250 г гасу. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** Кількість теплоти, передана льоду, перевищує 4 МДж.
Б ККД примуса в цьому випадку більше 45 %.
В ККД примуса в цьому випадку менше 50 %.
Г При повному згорянні гасу виділяється кількість теплоти менше 8 МДж.
11. (3 б.) Вологою парою називають суміш водяної пари й крапельок води, а в сухій парі немає крапельок води. Щоб перетворити 2 кг вологої пари при 100 °С у суху, необхідно було витратити 575 кДж теплоти. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.
- А** У крапельках містилося більше 200 г води.
Б У крапельках містилося менше 300 г води.
В При конденсації всієї сухої пари виділиться 4,6 МДж теплоти.

Г Внутрішня енергія пари зменшилася.

12. (3 б.) Щоб одержати з 50 кг льоду воду при температурі 60 °С, треба спалити в печі 2,3 кг бензину. ККД печі 30 %. Питома теплота згоряння бензину 44 МДж/кг. Відзначте, які з наведених тверджень правильні, а які — неправильні.

А Щоб всю воду, що утворилася при плавленні льоду, нагріти до 60 °С, треба затратити кількість теплоти, меншу за 11 МДж.

Б При повному згорянні бензину виділяється кількість теплоти, більша за 92 МДж.

В Щоб нагріти й розплавити лід, треба затратити кількість теплоти, меншу за 20 МДж.

Г Початкова температура льоду нижче –15 °С.

Відповіді:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Б	Б	А	АГ	АГ	АБ	АБГ	БВГ	ВГ	АВ	АБВ	БВ

Як приклад розглянемо два варіанти контрольної роботи. Учитель може запропонувати учневі самому вибрати рівень складності контрольної роботи.

ТЕМАТИЧНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА

Варіант 1

Початковий рівень

1. На рисунку зображена копія знаменитої картини Іллі Репіна «Бурлаки на Волзі». Виберіть правильне твердження.



А Чим повільніше йдуть бурлаки, тим більшу роботу вони виконують.

Б Потенціальна енергія баржі залежить від швидкості, з якою рухаються бурлаки.

В Якщо бурлаки ітимуть швидше, кінетична енергія баржі збільшиться.

Г Потенціальна енергія баржі не залежить від маси баржі.

2. Наші далекі предки добували вогонь тертям. Виберіть правильне твердження.

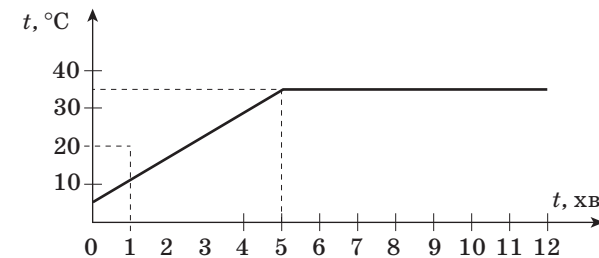
А При видобуванні вогню внутрішня енергія бруска й палички не змінювалася.

Б Температура бруска підвищувалася внаслідок виконання роботи.

В Температура бруска підвищувалася внаслідок теплообміну.

Г У момент загоряння внутрішня енергія бруска зменшується.

3. На рисунку наведений графік залежності від часу температури рідини. Виберіть правильне твердження.



А Рідина кипіла 5 хвилин.

Б При кипінні температура рідини збільшується.

В Рідина може бути спиртом.

Г Температура кипіння рідини 35 °С.

Середній рівень

1. Як ви вважаєте, чому навесні під час льодоходу поблизу ріки буває холодніше, ніж удалині від неї?
2. Скільки часу повинен працювати двигун потужністю 30 кВт, щоб виконати роботу 18 МДж?
3. На скільки градусів підвищилася температура 2 л води, якщо вона одержала кількість теплоти, що дорівнює 172,2 кДж?

4. Питома теплота згоряння природного газу приблизно втричі більше, ніж питома теплота згоряння сухих дров. Поясніть, що це означає.

Достатній рівень

1. Чи виконує роботу космонавт, перебуваючи на борту орбітальної станції, якщо рівномірно підніме на висоту 80 см тюбик зі сніданком?
2. Яка кількість теплоти буде потрібна для того, щоб перетворити 4 л води, що має температуру $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, на пару при температурі кипіння?
3. Скільки часу повинен працювати насос потужністю 50 кВт, щоб із шахти глибиною 150 м відкачати воду об'ємом 200 м^3 ?
4. На що витрачається теплова енергія, що підводиться до тіла в процесі його плавлення, якщо температура тіла не змінюється? Відповідь поясніть.

Високий рівень

1. У якій точці траєкторії руху супутника потенціальна енергія його відносно Землі найбільша, найменша? Що можна сказати про кінетичну енергію супутника в цих точках?



2. Під час пострілу зі ствола гвинтівки куля масою 9 г здобуває швидкість 800 м/с. Визначте масу порохового заряду, якщо ККД пострілу 24 %.
3. По похилій площині переміщують вантаж вагою 3,5 кН на висоту 1,4 м. Обчисліть роботу, виконувану при цьому, якщо ККД похилої площини дорівнює 60 %.
4. Яка вода буде швидше охолоджувати розпечений метал: холодна ($t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) чи гаряча ($t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$)? Поясніть.

Варіант 2

Початковий рівень

1. Супутник рухається навколо Землі по круговій орбіті. Виберіть правильне твердження.
 - А Потенціальна енергія супутника не змінюється.
 - Б Робота сили ваги залежить від швидкості супутника.
 - В Кінетична енергія супутника залежить тільки від його маси.
 - Г Потенціальна енергія супутника залежить тільки від віддалення супутника від Землі.
2. Хлопчик за допомогою ручного насоса накачує шину велосипеда. Виберіть правильне твердження.
 - А Температура насоса підвищується внаслідок теплообміну.
 - Б Температура насоса підвищується внаслідок виконання роботи.
 - В Внутрішня енергія насоса при накачуванні шини не змінюється.
 - Г У міру накачування шини велосипеда її внутрішня енергія зменшується.
3. Крижинки, що покривають гілки дерева, тануть під сонячними променями. Виберіть правильне твердження.
 - А При таненні молекули льоду змінюються, перетворюючись на молекули води.
 - Б При таненні порушується порядок у розташуванні молекул.
 - В При таненні температура льоду знижується.
 - Г При таненні крижинки віддають теплоту.

Середній рівень

1. У відомого вченого, поета Олександра Городницького у вірші «Атланти» є такі рядки:

*Когда на сердце тяжесть
И холодно в груди,
К ступеням Эрмитажа
Ты в сумерки приди,
Где без питья и хлеба,
Забытые в веках,
Атланты держат небо*

На каменных руках.
 Держать его махину
 Не мед со стороны.
 Напряжены их спины,
 Колени сведены.
 Их тяжкая работа
 Важней иных работ:
 Из них ослабни кто-то —
 И небо упадет.

Чи виконують атланти насправді важку роботу? Поясніть свою відповідь.



2. Знайдіть потенціальну енергію бруска масою 400 г, піднятого на висоту 120 см від поверхні Землі.
3. Яка кількість теплоти необхідна для плавлення 200 г алюмінію, взятого при температурі плавлення?
4. Чому людині, одягненій у синтетичний одяг, важко переносити спеку?

Достатній рівень

1. Чому дорівнює робота сили ваги при обертанні штучного супутника Землі по круговій орбіті?
2. Яка кількість теплоти виділиться при конденсації водяної пари масою 10 кг при температурі 100 °С й охолодженні води, що утворилася, до 20 °С?

3. Тіло масою 1 кг перебуває на висоті 2 м від поверхні Землі. На якій висоті слід розташувати тіло масою 0,5 кг, щоб воно мало таку саму потенціальну енергію?
4. Із чайника налили чай у чашку із цукром й у чашку без цукру. У якій чашці чай буде холодніший? Чому?

Високий рівень

1. Одним з видів легкої атлетики є стрибки із палею. Чому спортсмен повинен сильно розбігтися перед стрибком?
2. Узимку ріка покривається льодом, товщина шару якого близько 60 см. Скільки вагонів вугілля знадобиться для того, щоб розтопити цей лід? Прийміть середню ширину ріки рівною 300 м, довжину — 65 км. Вагон уміщує 50 т вугілля.
3. Підйомний кран піднімає вантаж 5 т на висоту 15 м з постійною швидкістю. За який час піднімається цей вантаж, якщо потужність двигуна 10 кВт, а ККД крана 80 %?
4. На вершині гори висотою 4000 м вода закипає за температури 86 °С. Поясніть це явище.

Відповіді

№	1 варіант	2 варіант
<i>Середній рівень</i>		
2	10 хв	4,8 Дж
3	20, 5 °С	78 кДж
<i>Достатній рівень</i>		
№	1 варіант	2 варіант
2	10,5 МДж	26,4 МДж
3	1,7 год	4 м
<i>Високий рівень</i>		
№	1 варіант	2 варіант
2	4 м	2600
3	8,2 кДж	94 с

Урок 1/69

Тема. Способи заощадження енергетичних ресурсів

Мета уроку: показати учням роль енергії в житті людини.

Тип уроку: урок узагальнення й систематизації знань.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ УРОКУ

1. Роль теплоенергетики в житті людини

Невідомий китайський поет дві з половиною тисячі років тому писав:

Якщо ви думаєте на рік уперед — сійте зерна.

Якщо ви думаєте на 10 років уперед — саджайте дерева.

Якщо ви думаєте на 100 років уперед — виховуйте людину.

Напевно, це і є основна мета екологічної освіти.

Основу життя людини складає навколишнє природне середовище, а основу сучасної цивілізації — викопні природні ресурси й енергія, що з них виробляється, включаючи найбільш технологічний її вид — електроенергію.

У цей час саме теплової енергетиці належить визначальна роль у виробництві електроенергії в усьому світі. У середині 90-х років у структурі світового виробництва електроенергії, що перевищувала 13 трлн кВт·год, ТЕС становили 64,5 %, АЕС — 16,9 %, ГЕС — 18,4 %.

Домінуючі позиції теплової енергетики збережуться, мабуть, і в подальшій перспективі. Тому майбутнє енергетики буде істотно залежати від забезпечення допустимого рівня впливу теплових електростанцій на навколишнє середовище.

Протягом багатьох століть полум'я багаття або печі було практично єдиним джерелом енергії для людей. І тільки в ХХ сторіччі альтернативні (не теплові) джерела енергії стали відігравати велику роль у житті людини.

Альтернативні джерела, розробка й створення яких потребує значних витрат, з'явилися «не від гарного життя». Адже в минулому сторіччі різко збільшилося використання теплових машин. Мова йде в першу чергу про автомобілі й інші транспортні пристрої, які використовують продукти переробки нафти (бензин, гас і т. ін.).

Практично скрізь для обігрівання житла й приготування їжі використовують теплові пристрої, що спалюють природний газ.

Газ, нафту, вугілля використовують для вироблення електроенергії на теплових електростанціях. Однак і нафта, і природний газ, і вугілля є викопними ресурсами, запаси яких обмежені.

Швидке збільшення кількості теплових машин призвело до різкого зменшення значної частини викопних ресурсів.

Мільйони й мільйони автомобілів усього приблизно за 100 років «з'їли» практично всі світові запаси нафти. Природного газу, за оцінками фахівців, також залишилося не дуже багато, приблизно років на 40.

2. Як зберегти енергетичні ресурси?

Невтішні прогнози, наведені вище, свідчать про те, що через 10–15 років звичні для нас види палива будуть на грані зникнення. Що ж робити? Зараз пропонується три напрямки вирішення проблеми майбутнього «енергетичного голоду».

Перший напрямок: це економія існуючих корисних копалин. Економія передбачає використання нових технологічних рішень — енергозберігаючих технологій.

Другий напрямок: поступова заміна викопного палива на паливо, одержуване з рослин. Наприклад, масло, одержуване з деяких рослин, можна переробляти в дизельне паливо. Розрахунки показують, що посівні площі нашої країни дозволяють повністю забезпечити внутрішні проблеми в паливі.

Третій напрямок: використання альтернативних джерел енергії, насамперед ядерної й термоядерної. Палива для атомних станцій вистачить на кілька сотень років. У багатьох країнах (Україна, Росія, Франція, США) цей вид видобутку електроенергії є одним з провідних. В Україні на атомних електростанціях виробляють близько половини всієї електроенергії.

Невичерпним джерелом енергії може стати термоядерна енергія. Запасів важкого водню (палива для термоядерної установки) у Світовому океані вистачить для забезпечення потреб людства на кілька тисячоліть.

3. Енергозберігаючі технології

Найяскравіший приклад енергозберігаючої технології — заміна традиційних ламп накалювання на новий вид економічних

ламп. Якщо замінити всі звичайні лампочки накаливання на нові, то споживання енергії для освітлення квартир зменшиться приблизно в 10 разів.



У звичайній лампі струм нагріває нитка накаливання, що випромінює світло. Однак у світло перетворюється тільки мала частина електроенергії. Інфрачервоне випромінювання людське око не бачить, воно сприймається як тепло. Енергозберігаючі лампи, заповнені газом і покриті флуоресціюючою сполукою, при рівному споживанні електроенергії дають більше світла, ніж лампи накаливання.

Наприклад, австралійський уряд збирається заборонити застосування традиційних ламп накаливання й перейти на енергозберігаючі лампи, що повинне скоротити споживання електроенергії й поліпшити екологію країни.

Ученими США створений світний фотонний пластик, що зможе замінити електричні лампочки.



Найбільша кількість енергії в наших квартирах іде на їх обігрівання. Отже, із цього й потрібно починати заощаджувати. Заміна традиційних вікон на склопакети, утеплення дверей, нанесення теплозахисних покриттів на зовнішні стіни будинків дозволяє зменшити споживання тепла на десятки відсотків.

Якщо застосовувати не один якийсь пристрій, а вживати цілий комплекс заходів, можна зменшити споживання енергії в багато разів.

Урок 2/70

Тема. Підсумковий урок

Мета уроку: підбити підсумок вивчення курсу фізики у 8 класі.

Тип уроку: урок закріплення знань.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На останньому уроці навчального року насамперед необхідно проаналізувати підсумки останнього тематичного оцінювання за темами «Робота й енергія», «Теплові явища».

Потім підбивають підсумок вивчення фізики за весь навчальний рік, відзначаючи як позитивні, так і негативні моменти. Оголошують учням оцінки за другий семестр і річні оцінки. Якщо в класі є учні, які хочуть підвищити річну оцінку, то можна провести додаткове оцінювання знань (за узгодженням з адміністрацією школи й батьками учня) через кілька днів після закінчення навчального року.

Зміст

Передмова	3	3. Робота й енергія	
1. Механічний рух		Урок 1/35	191
Урок 1/1	14	Урок 2/36	196
Урок 2/2	21	Урок 3/37	202
Урок 3/3	25	Урок 4/38	206
Урок 4/4	30	Урок 5/39	213
Урок 5/5	33	Урок 6/40	218
Урок 6/6	38	Урок 7/41	221
Урок 7/7	42	Урок 8/42	222
Урок 8/8	47	4. Кількість теплоти.	
Урок 9/9	49	Теплові машини	
Урок 10/10	54	Урок 1/43	230
Урок 11/11	56	Урок 2/44	235
Урок 12/12	62	Урок 3/45	240
Урок 13/13	70	Урок 4/46	244
2. Взаємодія тіл		Урок 5/47	250
Урок 1/14	75	Урок 6/48	254
Урок 2/15	81	Урок 7/49	255
Урок 3/16	87	Урок 8/50	261
Урок 4/17	91	Урок 9/51	264
Урок 5/18	94	Урок 10/52	268
Урок 6/19	99	Урок 11/53	269
Урок 7/20	103	Урок 12/54	273
Урок 8/21	109	Урок 13/55	276
Урок 9/22	112	Урок 14/56	281
Урок 10/23	117	Урок 15/57	283
Урок 11/24	119	Урок 16/58	289
Урок 12/25	126	Урок 17/59	294
Урок 13/26	130	Урок 18/60	300
Урок 14/27	135	Урок 19/61	306
Урок 15/28	143	Урок 20/62	309
Урок 16/29	152	Урок 21/63	313
Урок 17/30	160	Урок 22/64	318
Урок 18/31	164	Урок 23/65	323
Урок 19/32	165	Урок 24/66	329
Урок 20/33	174	Урок 25/67	332
Урок 21/34	177	Урок 26/68	335
		Урок 1/69	348
		Урок 2/70	351

ВИДАВНИЧА
ГРУПА

ОСНОВА

Фізика



Фізика та мистецтво

Автор: Заблодська А. Ф.

Код: ФК38, 144 с.



Проекти та наукові конференції як форма активізації пізнавальної діяльності учнів

Код: ФК48, 128 с.



Позаурочна робота з фізики

Код: ФК68, 192 с.

Формат А5, укр. мова, м'яка обкладинка

Замовляйте книги за тел.: 8 (057) 731-96-33, за адресою: 61001, м. Харків, вул. Плеханівська, 66, ВГ «Основа», «Книга — поштою ФІЗ» або на сайті www.osnova.com.ua

Надішліть копію передплатної квитанції на будь-який журнал ВГ «Основа» та замовляйте книги зі знижкою 10%. Мінімальне замовлення — 2 книги. Вартість поштової доставки — 4,95 грн.