

Лекція № 1

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Вступ. Зародження й розвиток фізики як науки .*

Мета заняття *Учбова* :сформулювати знання про фізичні явища, розвивати уміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та логічно обґрунтувати свою думку.

Виховна: виховувати науковий світогляд та науково-природничу картину світу.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби,ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведени й час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Вступ. Зародження й розвиток фізики як науки .</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §1,№ (1 – 5)

Література (основна та додаткова)

1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст : (рівень стандарту)] / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
3. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

Ще зовсім недавно люди навіть не могли мріяти про можливості, які мають зараз. Досягнення в таких галузях, як робототехніка, штучний інтелект, нанотехнології, 3D-друк, генетика, біотехнологія, сьогодні швидко взаємодоповнюються. Розумні системи, що вже створені або тільки створюються: будинки, фабрики, ферми й навіть міста — допоможуть вирішувати різні проблеми людства. Зрозуміло, що все зазначене не може не впливати на формування світогляду сучасної людини. Разом із тим слід завжди пам'ятати, що нові відкриття — це не тільки прогрес, але й величезна відповідальність. У сучасному світі — бурхливому, суперечливому й разом з тим взаємозалежному — важливим є усвідомлення того, що світ пізнаваний, що випадковість не тільки плутає і порушує наші плани, але й створює нові можливості; що існують незмінні орієнтири-інваріанти; що в міру розвитку знань відбувається руйнування старих «рамок» наших уявлень. Передбачаємо ваше запитання: а до чого тут природничі науки? Сподіваємося, наприкінці 11 класу ви самі зможете на нього відповісти. А зараз лише зазначимо, що всі ці висновки впливають із істин, відкритих природничими науками, оскільки їх закономірності та принципи мають глобальний характер і тому виходять за межі власне наук.

1. Які етапи пройшла фізика під час свого розвитку?

Історія фізики — це довжелезна історія відкриттів. І з кожним із них глибшає наше розуміння природи. За будь-яким відкриттям стоїть конкретна людина, а частіше група людей, чийми зусиллями фізика як наука підіймалася на новий щабель розвитку. Ви вже знаєте багато імен людей, чия діяльність сприяла прогресу фізичної науки. Спробуємо систематизувати знання про дослідників природи й першовідкривачів невідомого та простежимо, як накопичувалися фізичні знання.

Із кінця XIX / початку XX ст. Зв'язок властивостей простору-часу з енергією та імпульсом матеріальних тіл був установлений А. Ейнштейном у загальній теорії відносності. Учений узагальнив результати І. Ньютона щодо гравітаційної взаємодії, ув'язавши її з кривизною простору-часу. Фундамент квантової механіки на початку XX ст. заклали М. Планк, А. Ейнштейн, Н. Бор, М. Борн. Із відкриттям А. Беккерелем радіоактивності почався розвиток ядерної фізики, сучасна фізика. Ідея геліоцентричної (від грец. Helios — Сонце) будови світу. Теоретичне пояснення цієї ідеї з'явилося майже через 2000 років потому. бл. 460 — бл. 370 рр. до н. е. 384–322 рр. до н. е. бл. 310 — бл. 230 рр. до н. е. Джеймс Максвелл Створення теорії електромагнітного поля, яка пояснювала всі відомі на той час факти й дозволяла передбачати нові явища. 1831–1879 1871–1937 Аристарх Самоський який сприяв появі нових джерел енергії — атомної енергії та енергії ядерного синтезу. Відкриття, зроблені в ході досліджень ядерних реакцій, започаткували фізику елементарних частинок. Сучасні уявлення про Великий вибух, чорні діри, розширення Всесвіту з прискоренням, про темну енергію пов'язані з працями Е. Габбла, Р. Оппенгеймера, Х. Снайдера, Дж. Вілєра, С. Гокінга та ін

Із давніх часів до кінця XVI ст. Передісторія фізики — це період накопичення фізичних знань, закладання наукових уявлень про властивості навколишнього світу. Величезний вплив на формування фізичних понять і закономірностей здійснили мислителі Стародавньої Греції: Аристотель, Архімед, Аристарх Самоський, Демокрит, Левкіпп, Піфагор, Птолемей, Евклід.

Початок XVII ст. — 80ті рр. XVII ст. Розвиток фізики як науки пов'язують з ім'ям Г. Галілея, експерименти якого заклали фундамент класичної механіки. Розвиток ремесел і судноплавства стимулював дослідження, що спираються на експеримент. У цей період створюють барометр (Е. Торрічеллі), формулюють газовий закон (Р. Бойль, Е. Маріотт), відкривають закон заломлення світла (В. Снелліус, Р. Декарт), розмежовують електричні та магнітні явища (В. Гільберт).

Кінець XVII ст. — кінець XIX / початок XX ст. Період починається побудовою першої фізичної (механічної) картини світу (І. Ньютон) і продовжується бурхливим розвитком галузі фізики, пов'язаної з використанням теплових двигунів (Дж. Ватт, С. Карно). Вивчення електричних і магнітних явищ (Ш. Кулон, А. Ампер, Г. Ерстед, М. Фарадей) завершується створенням Дж. Максвеллом рівнянь електромагнітного поля, які стали теоретичною основою для сучасної електротехніки та радіозв'язку.

2. Які питання турбують сучасних фізиків Практично кожного дня з'являється нова інформація та нові знання про навколишній світ, причому їх

обсяг настільки значний, що іноді вони застарівають раніше, ніж ми встигаємо про них дізнатися (рис. 1.1). Незважаючи на великий обсяг накопичених знань, сучасна фізика ще дуже далека від пояснення всіх явищ природи. Дотепер фізики не можуть пояснити природу темної матерії, походження високоенергетичних космічних частинок та багато іншого. На думку британського фізика Стівена Гокінга (1942–2018), «прогрес полягає не в заміні неправильної теорії на правильну, а в заміні неправильної теорії на правильну, але вже уточнену». Багато десятиліть учені намагаються створити теорію, яка пояснювала б Всесвіт, об'єднавши теорії фундаментальних взаємодій: сильної, слабкої, електромагнітної, гравітаційної. Певних успіхів у цьому напрямі вже досягнуто: у фізиці елементарних частинок створено Стандартну модель — теорію, що об'єднує сильну, слабку й електромагнітну взаємодії елементарних частинок.

На сьогодні Стандартна модель узгоджується з експериментами, і недавнє відкриття бозона Хігса є яскравим підтвердженням цього. Проте фізики намагаються вийти за межі цієї моделі та дізнатися про речі, які поки що пояснити не можуть, наприклад чому у світі практично немає античастинок й антиматерії. Тому нині в Європейській організації з ядерних досліджень (ЦЕРН) у Женеві активно проводять експерименти з дослідження процесів, що відбувалися під час зародження Всесвіту. Тож чекаємо на нові відкриття!

Основні етапи розвитку фізики:

1. Установлення структури атома як системи, що складається з малого за розмірами ядра, яке має позитивний заряд, та електронів, заряджених негативно. Е. Резерфорд вважається «батьком» ядерної фізики.
2. Створення теорії електромагнітного поля, яка пояснювала всі відомі на той час факти й дозволяла передбачати нові явища.
3. Ідея атомарної будови матерії. Експериментально цю ідею було підтверджено тільки на початку ХХ ст.
4. Узагальнення та систематизація знань у царині природничих наук. Праці Аристотеля до XVI ст. вважалися «безумовною істиною». Уявлення філософа про звукові хвилі збереглися і в сучасній фізиці.
5. Ідея геліоцентричної (від грец. Helios — Сонце) будови світу. Теоретичне пояснення цієї ідеї з'явилося майже через 2000 років потом
6. дин із засновників сучасної теоретичної фізики; за словами самого вченого, справжня мета його досліджень «завжди полягала в тому, щоб домогтися спрощення теоретичної фізики та її об'єднання в цілісну систему».
7. Створення квантової теорії планетарного атома, розроблення фізичних ідей квантової механіки.
8. Розуміння будови Сонячної системи, формулювання загальних уявлень про будову Всесвіту й основних законів механіки, які визначили розвиток фізики на 300 років наперед.

9. Відкриття принципу відносності в механіці, обґрунтування геліоцентричної будови світу, створення телескопа, відкриття в астрономії, винайдення термометра та ін.
10. Запровадження поняття центра тяжіння, побудова теорії рівноваги важеля, визначення моменту сил, відкриття законів плавання тіл. Здобутки вченого в інженерії — основа для багатьох сучасних механізмів.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Які етапи розвитку пройшла фізика як наука? Які ідеї розвивалися на кожному з етапів?
2. На яких проблемах зосереджена сучасна фізика?
3. Назвіть імена відомих вам учених-фізиків. У якій галузі фізики вони працювали?
4. Відкриття в яких галузях фізики дозволили створити побутові пристрої? Наведіть приклад

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 2

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Методи наукового пізнання. Фізичні величини та їх вимірювання. Невизначеності вимірювань*

Мета заняття *Учбова*: сформулювати знання про фізичні величини, розвивати вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та логічно обґрунтувати свої думки.
Виховна: виховувати науковий світогляд та науково-природничу картину світу.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
------------------	----------------	--------------------

1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	Методи наукового пізнання. Фізичні величини та їх вимірювання. Невизначеності вимірювань
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §2, № 2 (1 – 2)

Література (основна та додаткова)

4. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
5. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
6. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірівневі самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Що таке фізичне дослідження і якими є його методи.

Згадаємо, із чого починається дослідницька робота вчених. Перш за все — це спостереження за певним явищем (тілом або матеріалом) і міркування над його сутністю. Спостереження — це сприйняття

природи з метою одержання первинних даних для подальшого аналізу. Далеко не завжди спостереження ведуть до правильного висновку. Тому, щоб спростувати або довести власні висновки, учений проводить фізичні дослідження. Фізичне дослідження — це цілеспрямоване вивчення явищ і властивостей природи засобами фізики. Методи фізичних досліджень експериментальний теоретичний Експеримент — дослідження фізичного явища в умовах, які перебувають під контролем ученого. У своїй основі фізика є експериментальною наукою: більшість її законів ґрунтуються на фактах, виявлених дослідним шляхом. Аналіз отриманих у результаті експериментів даних, формулювання законів природи, пояснення певних явищ і властивостей на основі цих законів, а головне — передбачення й теоретичне обґрунтування (із широким використанням математики) нових явищ і властивостей. Які спостереження, теоретичні й експериментальні дослідження ви провели б, щоб дослідити світіння звичайної лампи розжарення? Теоретичні дослідження проводять не з конкретним фізичним тілом, а з його ідеалізованим аналогом — фізичною моделлю, яка має враховувати невелику кількість основних властивостей досліджуваного тіла. Так, вивчаючи рух автомобіля, ми інколи використовуємо його фізичну модель — матеріальну точку. Цю модель застосовують, якщо розміри тіла не є суттєвими для теоретичного опису руху автомобіля, тобто в моделі «матеріальна точка» враховують тільки масу тіла, а його форму та розміри до уваги не беруть. А от якщо необхідно визначити, як на рух автомобіля впливає опір повітря, доцільно застосовувати вже іншу фізичну модель — вона має враховувати і форму, і розміри автомобіля, але не буде враховувати, наприклад, розташування пасажирів у салоні. Чим більше обрано відповідних параметрів для дослідження фізичної системи «автомобіль», тим краще можна передбачити «поведінку» цієї системи.

2. Як виміряти фізичну величину.

Описуючи наприклад, рух автомобіля, ми обов'язково використовуємо певні кількісні характеристики: швидкість, прискорення, час руху, силу тяги, потужність тощо. Із попереднього курсу фізики ви знаєте, що кількісну міру певної властивості тіла, певного фізичного процесу або явища називають фізичною величиною. Значення фізичної величини встановлюють у ході вимірювання. Вимірювання бувають прямі і непрямі. У разі прямих вимірювань величину порівнюють із її одиницею (метром, секундою,

кілограмом, ампером тощо) за допомогою вимірювального приладу, проградуйованого у відповідних одиницях .

У разі непрямих вимірювань величину очислюють за результатами прямих вимірювань інших величин, пов'язаних із вимірюваною величиною певною функціональною залежністю. Так, щоб обчислити середню густину ρ тіла, потрібно за допомогою терезів виміряти його масу m , за допомогою, наприклад, мензурки виміряти об'єм V , а потім масу поділити на об'єм: $\rho = m / V$

3. Побудова системи одиниць.

Завдання вибудувати систему одиниць на науковій основі було поставлено перед французькими вченими наприкінці XVIII ст., після Великої французької революції. У результаті з'явилася метрична система одиниць. У 1960 р. було створено Міжнародну систему одиниць СІ, яка згодом стала у світі домінуючою. Історично одиниці фізичних величин пов'язували з певними природними тілами або процесами. Так, 1 метр був пов'язаний із розмірами планети Земля, 1 кілограм — із певним об'ємом води, 1 секунда — з добовим обертанням Землі. Потім для кожної одиниці створювали еталон — засіб (або комплекс засобів) для відтворення та зберігання одиниці фізичної величини. Основні еталони зберігалися (і зберігаються зараз) у Міжнародному бюро мір і ваг (м. Севр, Франція). Зараз дедалі більше поширюються методи побудови системи одиниць, які ґрунтуються на особливостях випромінювання та поширення електромагнітних хвиль і на фундаментальних фізичних константах. Розглянемо основні етапи побудови системи одиниць на прикладах метра і кілограма.

Кратні одиниці є більшими за основні одиниці в 10, 100, 1000 і більше разів.

Частинні одиниці є меншими за основні одиниці в 10, 100, 1000 і більше разів.

4. Похибки вимірювань.

У ході вимірювання будь-яких фізичних величин зазвичай виконують три послідовні операції: 1) вибір, перевірка та встановлення приладу (приладів); 2) зняття показів приладів; 3) обчислення шуканої величини за результатами вимірювань (у разі непрямих вимірювань); 4) оцінювання похибки.

Наприклад, слід виміряти відстань близько 5 м. Зрозуміло, що для цього не треба брати учнівську лінійку, — зручніше скористатися рулеткою. Усі прилади мають певну точність. Відстань у 5 м, як правило, не потрібно визначати з точністю до міліметра, тому шкала рулетки може й не містити відповідних поділок. А от якщо для поладження лабораторного крана необхідно визначити розмір дрібної шайби, доцільно скористатися штангенциркулем. Але навіть за допомогою надточного приладу не можна здійснити вимірювання абсолютно точно. Завжди є похибки (невизначеності) вимірювань — відхилення значення виміряної величини від її істинного значення. Модуль різниці між вимірним ($X_{\text{вим}}$) та істинним (x) значеннями вимірюваної величини називають абсолютною похибкою вимірювання $\Delta x : IX_{\text{вим}} - XI$

Відношення абсолютної похибки до виміряного значення вимірюваної величини називають відносною похибкою вимірювання $\epsilon_x = \Delta x : X_{\text{вим}}$, або у відсотках: $\epsilon_x = \Delta x : X_{\text{вим}} 100\%$

Випадкові похибки пов'язані з процесом вимірювання: вимірюючи рулеткою відстань, неможливо прокласти рулетку ідеально рівно; відлічуючи час секундоміром, неможливо його миттєво ввімкнути та вимкнути, й т. д.

Систематичні похибки пов'язані насамперед із вибором приладу: неможливо знайти рулетку з ідеально точною шкалою, ідеально рівноплечі важелі тощо. Систематичні похибки визначаються класом точності приладу, тому їх часто називають похибками приладу.

5. Як визначити похибки непрямих вимірювань.

Багато фізичних величин неможливо виміряти безпосередньо. Їх непряме вимірювання має два етапи: 1) методом прямих вимірювань знаходять значення певних величин, наприклад x , y ; 2) за відповідною формулою обчислюють шукану величину f .

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Назвіть основні методи фізичних досліджень. Наведіть приклади.
2. Наведіть приклади фізичних моделей. Чому фізична модель — це ідеалізований об'єкт?
3. Назвіть основні одиниці СІ та відповідні їм фізичні величини.
4. Які види похибок вимірювань ви знаєте?

5. Як визначити випадкову похибку вимірювання?
6. Чим визначається абсолютна систематична похибка? 7. Що називають відносною похибкою вимірювання?
8. Як правильно округлити й записати результати вимірювань?

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 3

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Скалярні та векторні величини

Мета заняття *Учбова* :сформулювати знання про скалярні та векторні величини, розвивати уміння встановлювати причинно-наслідковий зв'язок та логічно обґрунтувати свої думки.
Виховна: виховувати науковий світогляд та науково-природничу картину світу.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Скалярні та векторні величини</i>
4 Заклучна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань

		- домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §3, № 3 (1 – 3)
--	--	---

Література (основна та додаткова)

7. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
8. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
9. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

4. Скалярні і векторні величини.

Фізичні величини, які використовують у фізиці для кількісної характеристики фізичних явищ і об'єктів, поділяються на два великі класи: скалярні величини і векторні величини.

До скалярних величин, або скалярів (від латин. *scalaris* — східчастий), належать величини, які визначаються тільки значенням. Наприклад, маса тіла — скалярна величина, і якщо ми говоримо, що маса тіла дорівнює двом кілограмам ($m = 2 \text{ кг}$), то повністю визначаємо цю величину. Додати дві скалярні фізичні величини означає додати їх значення, подані в однакових одиницях. Зрозуміло, що додавати можна тільки однорідні скаляри (наприклад, не можна додавати масу до часу, а густину до роботи тощо).

Для визначення векторних величин важливо знати не тільки їх значення, але й напрямки. Вектор (від латин. *vector* — носій) — це напрямлений відрізок, тобто відрізок, що має і довжину, і напрямок. Довжину напрямленого відрізка називають модулем вектора. Позначають векторні величини літерами грецького та латинського алфавітів, над якими поставлено стрілки, або напівжирними літерами.

Наприклад, швидкість записують так: ρv або v ; модуль вектора швидкості відповідно позначають як v . Правила додавання (віднімання) векторів відрізняються від правил додавання (віднімання) скалярних величин.

Суму двох векторів

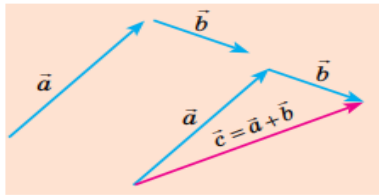


Рис. 3.2. Визначення суми двох векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$ за правилом трикутника: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

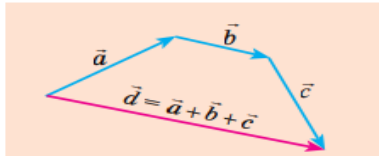


Рис. 3.3. Визначення суми трьох векторів $\vec{a}$, $\vec{b}$ і $\vec{c}$: $\vec{d} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$

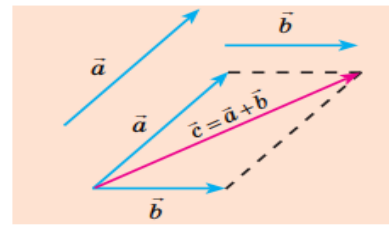


Рис. 3.1. Визначення суми двох векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$ за правилом паралелограма: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$

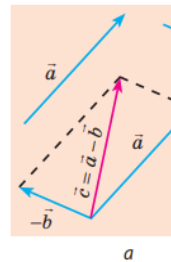


Рис. 3.4. Два способи визначення різниці двох векторів: а — до вектора $\vec{a}$ додають вектор, протилежний вектору $\vec{b}$, тобто: $\vec{c} = \vec{a} + (-\vec{b}) \Rightarrow \vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$; б — вектори $\vec{a}$ і $\vec{b}$ розміщують так, щоб вони виходили з однієї точки, вектор $\vec{c}$, що з'єднує кінець вектора $\vec{b}$ із кінцем вектора $\vec{a}$, і є вектором різниці векторів $\vec{a}$ і $\vec{b}$, тобто $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$

визначають за правилом паралелограма або за правилом трикутника (рис. 3.1, 3.2). Як визначити суму кількох векторів, показано на рис. 3.3, як визначити різницю двох векторів, показано на рис. 3.4. У результаті множення векторної величини ρ а на скалярну величину k виходить вектор ρc (рис. 3.5). Зверніть увагу! Одиниця добутку векторної і скалярної величин визначається як добуток одиниці однієї величини на одиницю іншої. Наприклад, потрібно знайти переміщення літака, який протягом 0,5 год летить на північ зі швидкістю 500 км/год. Вектор переміщення: $\rho \rho s v = t$. Оскільки $t > 0$, то вектор переміщення ρs буде напрямлений у той самий бік, що й вектор швидкості ρv , а модуль вектора переміщення дорівнюватиме: $s v = t$ 500 км/год $\cdot 0,5$ год = 250 км

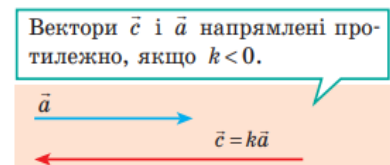
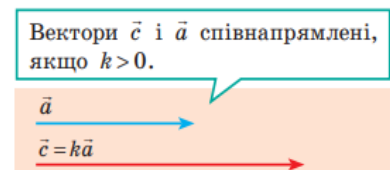


Рис. 3.5. Визначення добутку вектора $\vec{a}$ на скаляр k : модуль вектора $\vec{c}$ дорівнює добутку модуля скаляра і модуля вектора $\vec{a}$, тобто $c = |k| a$

Як знайти проекції вектора на осі координат.

Із векторами здійснювати математичні операції набагато складніше, ніж зі скалярами, тому в ході розв'язування задач від векторних фізичних величин переходять до їх проекцій на о сі координат. Нехай вектор ρ а лежить у площині XOY (рис. 3.6). Опустимо з точки А (початок вектора ρ а) і точки В (кінець вектора ρ а) перпендикуляри на вісь OX. Основи цих перпендикулярів — точки A_1 і B_1 — це проекції точок А і В на вісь OX, а відрізок A_1B_1 — проекція

вектора ρ а на вісь OX . Проекцію вектора позначають тією самою літерою, що й вектор, із зазначенням у нижньому індексі осі, наприклад: a_x . Якщо з кінців вектора ρ а побудувати перпендикуляри до осі OY , дістанемо відрізок A_2B_2 — проекцію вектора ρ а на вісь OY (a_y).

Знак проекції вектора залежить від напрямків вектора й осі координат. Проекція вектора на вісь координат вважається додатною, якщо від проекції початку вектора до проекції його кінця треба рухатися в напрямку осі координат; проекція вектора вважається від'ємною, якщо від проекції початку вектора до проекції кінця вектора треба рухатися проти напрямку осі координат (див. рис. 3.6).

У загальному випадку проекцію вектора визначають звичайними геометричними методами (рис. 3.7, а). На практиці часто доводиться мати справу з випадками, коли вектор паралельний осі координат або перпендикулярний до неї. Якщо вектор паралельний осі координат, а його напрямок збігається з напрямком осі, то його проекція на цю вісь додатна й дорівнює модулю вектора (рис. 3.7, б). Якщо напрямок вектора протилежний напрямку осі координат, то його проекція на цю вісь дорівнює модулю вектора, взятому з протилежним знаком (рис. 3.7, в). Якщо ж вектор перпендикулярний до осі координат, то його проекція на цю вісь дорівнює нулю (рис. 3.7, г).

Дуже важливою властивістю проекцій є те, що *проекція суми двох векторів* (рис. 3.8) або кількох векторів на координатну вісь дорівнює алгебраїчній сумі проекцій цих векторів на дану вісь. Саме ця властивість дозволяє замінювати в рівнянні векторні величини їх проекціями — скалярними величинами і далі розв'язувати одержане рівняння звичайними алгебраїчними методами

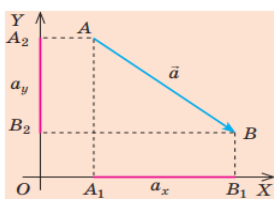


Рис. 3.6. Визначення проекцій вектора на осі координат: a_x — проекція вектора $\vec{a}$ на вісь OX , $a_x > 0$; a_y — проекція вектора $\vec{a}$ на вісь OY , $a_y < 0$

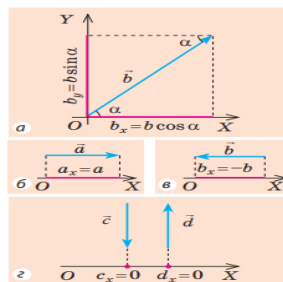


Рис. 3.7. Визначення проекцій вектора на осі координат

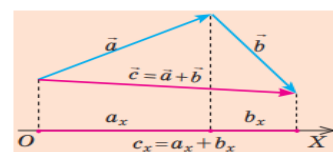


Рис. 3.8. Проекція суми векторів дорівнює сумі проекцій векторів, що додаються: якщо $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$, то $c_x = a_x + b_x$

19

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Які фізичні величини називають скалярними? векторними? Наведіть приклади.
2. Як знайти суму векторів? різницю векторів? добуток вектора та скаляра?
3. Як знайти проекції вектора на осі координат?

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція №4

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Основна задача механіки.Абетка кінематики.*

Мета *Учбова:* сформувати поняття відносності руху, вміння виконувати опис руху в різних системах відліку.
заняття *Виховна:* розкрити використання кінематичних залежностей в різних галузях промисловості.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Прилад для демонстрації рівноприскореного руху, секундомір, ліній
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - нагадати, що одержані під час вивчення цієї теми знання, важливі не лише для опанування механіки, а й усього курсу фізики в цілому.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70хв.	- <i>Механічний рух.</i> - <i>Система відліку.</i> - <i>Шлях і переміщення.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар,

		С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл § 4, № 4 (1 – 4)
--	--	---

Література (основна та додаткова)

1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
3. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

Тема: *Основна задача механіки.Абетка кінематики*

1. Механічний рух. Система відліку.
2. Шлях і переміщення.
3. Складання швидкостей у класичній та релятивістській механіці.

Фізика – це одна з наук про природу, що вивчає фізичні явища.

Механіка – це розділ фізики, в якому вивчається механічний рух.

Кінематика – це розділ механіки, в якому вивчаються види механічного руху. Кінематика відповідає на питання: «Як рухається тіло?». Вона вивчає геометричні та математичні характеристики руху без дослідження його фізичних причин

Існує 2 види руху: поступовий та обертальний.

Поступовий – рух, при якому усі точки тіла рухаються однаково і прямі, які з'єднують дві сусідні точки залишаються сусідніми.

Обертальний – рух при якому усі точки тіла рухаються по колу. Центри цих кіл лежать на одній прямій, яку називають віссю обертання.

Механічним рухом тіла називається зміна положення тіла в просторі відносно інших тіл протягом часу.

Тіло, відносно якого розглядається рух, називається **тілом відліку**.

Основна задача механіки – визначення координат тіла та його швидкості в будь-який момент часу.

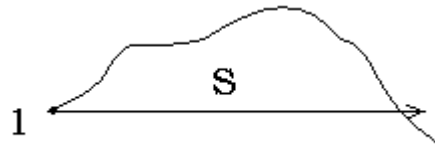
Система відліку – це тіло відліку, зв'язана з ним система координат та вибраний спосіб вимірювання часу (годинник).

Основні кінематичні поняття:

Траєкторія – лінія вздовж якої рухається тіло. Траєкторія буває прямолінійною і криволінійною.

Пройдений шлях – довжина ділянки траєкторії. Позначається l , є скалярною величиною. Одиницею довжини в СІ є 1м.

Переміщенням тіла (матеріальної точки) називають напрямлений відрізок прямої, що з'єднує початкове положення тіла з його наступним положенням. Позначається S , є векторною величиною. В СІ – [М].



Якщо тіло рухається прямолінійно в одному напрямку, то модуль переміщення та пройдений шлях збігаються.

Відносність механічного руху полягає в тому, що траєкторія, шлях, переміщення та швидкість залежать від вибору системи відліку (СВ).

Якщо система відліку (потяг) перемістилась на S_1 , а в потягу людина перемістилась на S_2 в тому ж напрямку, то переміщення людини відносно землі буде $S = S_1 + S_2$

Розділимо ліву та праву частини на Δt

$$\frac{S}{\Delta t} = \frac{\vec{S}_1}{\Delta t} + \frac{\vec{S}_2}{\Delta t}, \text{ отже } \boxed{\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2} - \text{класичний закон складання швидкостей.}$$

Швидкість тіла в системі, яку приймають за нерухому, дорівнює геометричній сумі швидкостей рухомої системи і швидкостей тіла відносно рухомої системи.

Відмінність релятивістської механіки від класичної полягає в тому, що існує релятивістське сповільнення часу. Тому **релятивістський закон складання швидкостей** має вигляд:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ - швидкість світла у вакуумі.

Задача 1:

$$v = 36 \text{ км/с} = \frac{36 \cdot 1000}{3600} = 10 \text{ м/с}$$

$$v = 54 \text{ км/с} = \frac{54 \cdot 1000}{3600} = 15 \text{ м/с}$$

Задача 2:

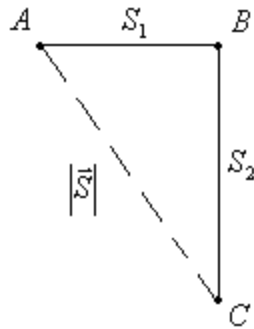
Гелікоптер пролетів по прямій 3км, звернув від куту на 90° та пролетів ще 4км. Укажіть модуль переміщення гелікоптера у км.

(S) – ?

$$S_1 = 3\text{ км}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$S_2 = 4\text{ км}$$



$$|\vec{S}| = \sqrt{S_1^2 + S_2^2} = \sqrt{9 + 16} = 5(\text{км})$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що вивчає механіка?
2. Якою є основна задача механіки?
3. Дайте означення механічного руху.
4. Наведіть приклади різних механічних рухів.
5. Назвіть складники системи відліку.
6. Які види систем координат ви знаєте?
7. У яких випадках тіло, що рухається, можна розглядати як матеріальну точку? Наведіть приклад.
8. Опишіть шлях і переміщення за планом характеристики фізичної величини (див. форзац підручника).
9. У чому полягає відносність механічного руху? Наведіть приклад.

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 5

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Швидкість руху. Середня та миттєва швидкості

Мета заняття *Учбова* : Сформувати знання учнів про прямолінійний рух, швидкість як фізичну величину; ознайомити учнів із середньою шляховою швидкістю, середньою швидкістю переміщення та миттєвою швидкістю руху тіла.

Виховна: Виховувати зацікавленість у вивченні предмету.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Швидкість руху. Середня та миттєва швидкості.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з§ 5 пункт 1-2, Вправа № 5 (3-4)

Література (основна та додаткова)

10. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
11. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. [Текст : (рівень стандарту)] / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
12. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різноміснє самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Рівномірний прямолінійний рух

Рівномірний прямолінійний рух – це такий механічний рух, під час якого тіло за будь-які рівні інтервали часу здійснює однакові переміщення.

(Наприклад, рух автомобіля на прямолінійній ділянці дороги (без розгону та гальмування), усталене падіння кульки в рідині)

Висновки (впливає з означення):

- для опису цього руху достатньо скористатись одновимірною системою координат, адже траєкторія руху – пряма;
- відношення переміщення $\vec{s}$ до інтервалу часу t , за який це переміщення відбулося, для такого руху є незмінною величиною, адже за рівні інтервали часу тіло здійснює однакові переміщення.

Швидкість рівномірного прямолінійного руху тіла – це векторна фізична величина, яка дорівнює відношенню переміщення $\vec{s}$ до інтервалу часу t , за який це переміщення відбулося.

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

Напрямок вектора швидкості руху збігається з напрямком переміщення тіла.

Модуль і проекцію швидкості визначають за формулами:

$$v = \frac{s}{t} \quad v_x = \frac{s_x}{t}$$

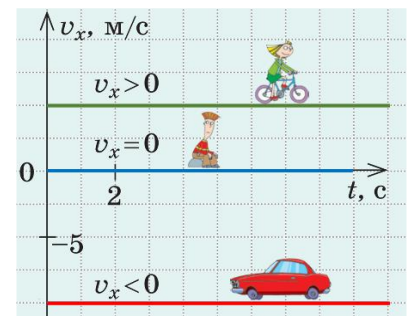
Одиниця швидкості руху в СІ – **метр за секунду**:

$$[v] = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Проблемне питання

Графік проекції швидкості – відрізок прямої, паралельної осі часу, адже швидкість руху не змінюється з часом.

- З якою швидкістю рухається автомобіль? велосипед? хлопчик?



2. Переміщення тіла у випадку рівномірного прямолінійного руху

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

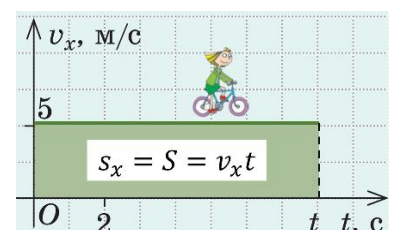
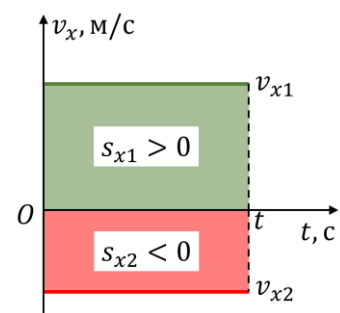
Модуль і проекцію переміщення визначають за формулами:

$$s = vt \quad s_x = v_x t$$

Проблемне питання

Переміщення чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності $v_x(t)$

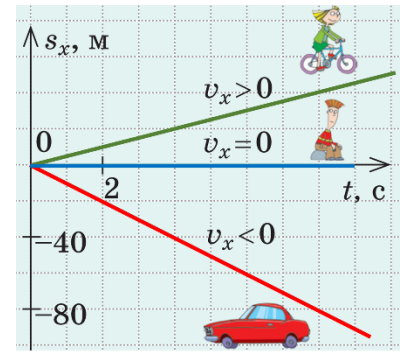
- Яким буде переміщення велосипеда за 8 с спостереження?



Проблемне питання

Графік проекції переміщення – відрізок прямої, що проходить через початок координат, оскільки $s_x \sim t$

• Яким буде переміщення автомобіля, велосипеда та хлопчика за 4 с спостереження?



3. Рівняння координати в разі рівномірного прямолінійного руху

$$x = x_0 + s_x \quad s_x = v_x t \quad \Rightarrow \quad x = x_0 + v_x t$$

x_0 – початкова координата;

v_x – проекція швидкості руху тіла;

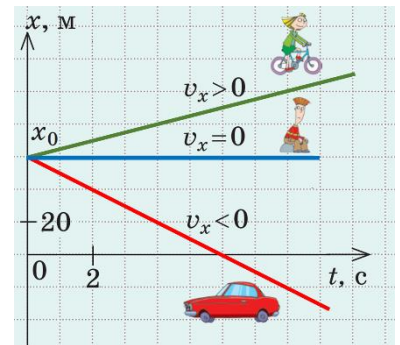
t – час спостереження.

Проблемне питання

Графік координати – відрізок прямої, що починається в точці ($t = 0; x = x_0$), де x_0 – початкова координата.

• Визначте координату автомобіля через 8 с спостереження.

• На якій відстані один від одного перебуватимуть автомобіль і велосипед через 4 с спостереження?



4. Нерівномірний рух

Напевне, вам доводилося їхати автобусом або потягом із одного міста до іншого. Згадайте: транспортний засіб час від часу гальмує, зупиняється, потім знову набирає швидкість. Стрілка спідометра весь час коливається і тільки іноді завмирає на місці.

Проблемне питання

- Чи можна назвати такий рух рівномірним? (Звичайно, ні)
- А як називають такий рух?
- Як його описати?

Рівномірний прямолінійний рух трапляється досить рідко. У повсякденному житті ми зазвичай маємо справу з нерівномірним рухом.

Нерівномірний рух – це рух, під час якого тіло за рівні проміжки часу проходить різний шлях.

Проблемне питання

- Наведіть свої приклади нерівномірного руху в повсякденному житті.

(Нерівномірним є рух автобуса та інших транспортних засобів, рух тіл, що падають, рух спортсменів на біговій доріжці. А ще згадайте, наприклад, як котиться м'яч, як ви рухаєтесь під час прогулянки, на уроках фізкультури.)

• Якщо швидкість автобуса в кожній точці є різною, як же її визначити? Як характеризувати такий рух?

Для характеристики нерівномірного руху використовують фізичні величини: *середня шляхова швидкість, середня векторна швидкість, миттєва швидкість.*

5. Середня швидкість руху тіла

Середня шляхова швидкість:

- Скалярна фізична величина
- Дорівнює відношенню всього шляху l до інтервалу часу t , за який цей шлях подолано
- $$v_{\text{сер } l} = \frac{l}{t} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Увесь шлях

Увесь час спостереження

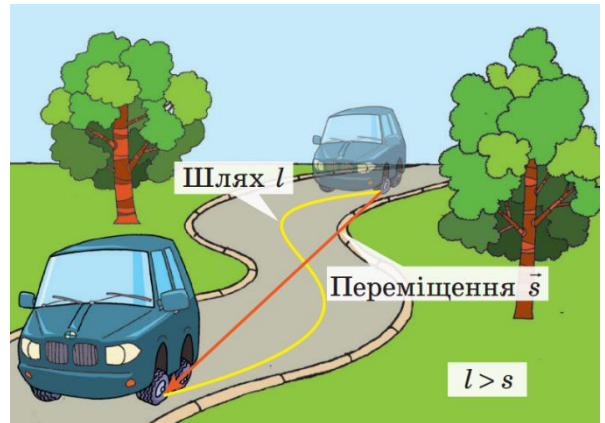
$l_1, l_2, \dots, l_n$ – ділянки шляху, пройдені за відповідні інтервали часу $t_1, t_2, \dots, t_n$

- Не має напрямку

Середня швидкість переміщення:

- Векторна фізична величина
- Дорівнює відношенню переміщення $\vec{s}$ до інтервалу часу t , за який це переміщення здійснено
- $$\vec{v}_{\text{сер } s} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1 + \vec{s}_2 + \dots + \vec{s}_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

Усе переміщення
Увесь час спостереження
- $\vec{s}_1, \vec{s}_2, \dots, \vec{s}_n$ – переміщення тіла за відповідні інтервали часу $t_1, t_2, \dots, t_n$
- Напрямок збігається з напрямком переміщення: $\vec{v}_{\text{сер}} \uparrow \vec{s}$



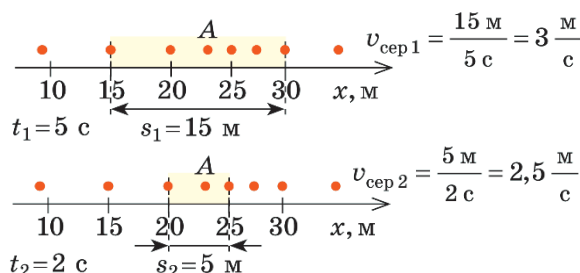
6. Миттєва швидкість руху тіла

Проблемне питання

- Яку швидкість показує спідометр автобуса?

Миттєва швидкість:

- Векторна фізична величина
- Швидкість руху в даний момент часу, в даній точці; середня векторна швидкість, виміряна за нескінченно малий інтервал часу
- $$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$
 $\Delta \vec{s}$ – переміщення за дуже малий інтервал часу Δt ($\Delta t \rightarrow 0$)
- Напрямок збігається з напрямком переміщення в даний момент часу: $\vec{v} \uparrow \Delta \vec{s}$
- Чим менше інтервал часу, за який вимірюється середня швидкість руху, тим більше її значення наближається до значення миттєвої швидкості

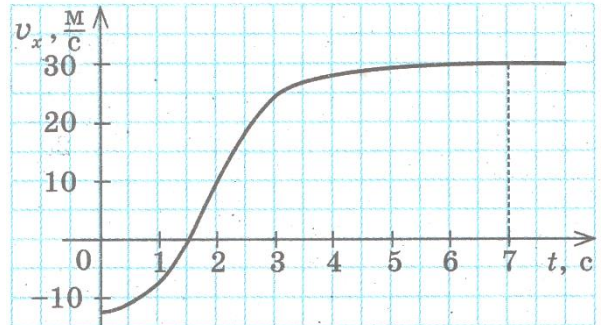


Час між послідовними положеннями тіла – 1 с

Під час прямолінійного рівномірного руху миттєва швидкість збігається з середньою швидкістю руху тіла та є незмінною.

В усіх інших випадках миттєва швидкість змінюється:

- за напрямком – під час криволінійного рівномірного руху;
- за значенням, інколи за напрямком (напрямок може змінюватися на протилежний) – під час прямолінійного нерівномірного руху;
- за напрямком і значенням водночас – під час криволінійного нерівномірного руху.



Проблемне питання

- Якою буде миттєва швидкість тіла через 1 с після початку руху? через 1,5 с? через 4 с?

З рисунка видно: $v_{x1} = -7,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_{x2} = 0$; $v_{x3} = 27,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Питання та завдання до контролю знань студенті

1. Який рух називають рівномірним прямолінійним?
2. Дайте характеристику швидкості рівномірного прямолінійного руху.
3. Як визначити переміщення та координату тіла, що рухається рівномірно прямолінійно?
4. Який вигляд мають графіки залежності $v_x(t)$; $s_x(t)$; $x(t)$ у випадку прямолінійного рівномірного руху?
5. Дайте означення середньої векторної швидкості руху, середньої шляхової швидкості руху, миттєвої швидкості руху.

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 6

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Закони додавання переміщень і швидкостей

Мета заняття Учбова : Розширити й поглибити знання про відносність руху; сформувані навички додавання швидкостей і переміщень, переходу від однієї системи відліку до іншої.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Закони додавання переміщень і швидкостей</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з§ 5 пункт 3, Вправа № 5 (1, 5)

Література (основна та додаткова)

1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. [Текст : (рівень стандарту)] / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
3. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірівневі самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Швидкість руху тіла відносно різних систем відліку

Розглянемо рух тіла в різних системах відліку (СВ).

Нехай таким тілом буде *собака*, який рухається рівномірно прямолінійно по плоту, що пливе річкою.

Швидкість руху плоту дорівнює швидкості течії річки.

За рухом собаки стежать два спостерігачі, один із яких (*рибалка*) перебуває на березі, другий (*господар собаки*) – на плоту. Обидва спостерігачі вимірюють переміщення собаки та час його руху. Час руху собаки для обох спостерігачів однаковий, а от переміщення відрізнятимуться. Припустимо, що за якийсь час t собака перебіг на інший край плоту.

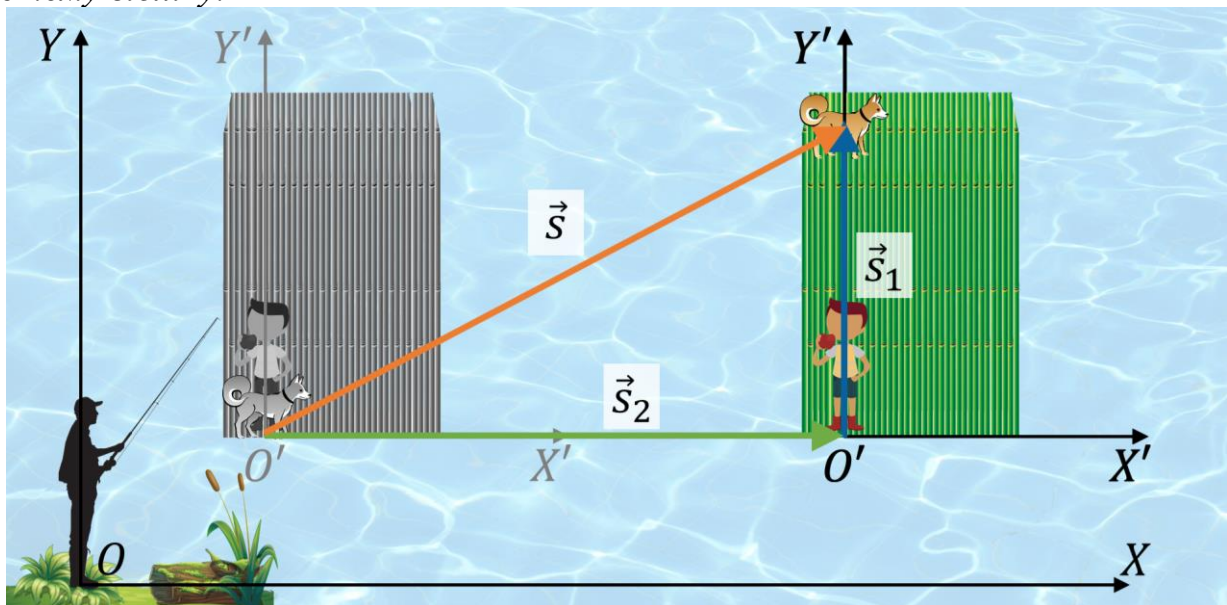
Переміщення $\vec{s}_1$, яке здійснив собака відносно плоту (і яке виміряв господар собаки), дорівнює за модулем ширині плоту і напрямлене перпендикулярно до течії річки.

Переміщення $\vec{s}$, здійснене собакою відносно берега (і яке виміряв рибалка) і напрямлене під певним кутом до течії річки.

Власне пліт за цей час змістився за течією і здійснив переміщення $\vec{s}_2$ відносно берега.

З рисунку бачимо: $\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$

Пов'яжемо з берегом систему координат XOY – отримаємо *нерухому систему відліку*. Із плотом пов'яжемо систему координат $X'O'Y'$ – отримаємо *рухому систему відліку*.



Закон додавання переміщень:

Переміщення $\vec{s}$ тіла в нерухомій системі відліку дорівнює геометричній сумі переміщення $\vec{s}_1$ тіла в рухомій системі відліку та переміщення $\vec{s}_2$ рухомої системи відліку відносно нерухомої:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$$

Поділивши обидві частини рівняння на час руху, маємо:

$$\frac{\vec{s}}{t} = \frac{\vec{s}_1}{t} + \frac{\vec{s}_2}{t} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$\frac{\vec{s}}{t} = \vec{v}$ – швидкість руху тіла в нерухомій СВ

$\frac{\vec{s}_1}{t} = \vec{v}_1$ – швидкість руху тіла в рухомій СВ

$\frac{\vec{s}_2}{t} = \vec{v}_2$ – швидкість руху рухомої СВ відносно нерухомої СВ.

Закон додавання швидкостей:

Швидкість $\vec{v}$ руху тіла в нерухомій системі відліку дорівнює геометричній сумі швидкості $\vec{v}_1$ руху тіла в рухомій системі відліку та швидкості $\vec{v}_2$ руху рухомої системи відліку відносно нерухомої:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

Зверніть увагу! Оскільки рух і спокій є відносними, то в наведеному вище прикладі як нерухому СВ можна було обрати й СВ, пов'язану з плотом. У такому разі СВ, пов'язана з берегом, була б рухомою, а напрямок її руху був би протилежним напрямку течії.

Питання та завдання до контролю знань студенті

Бесіда за питаннями

1. Що розуміють під відносністю механічного руху?
2. Які характеристики механічного руху змінюються в разі переходу від однієї СВ до іншої? Які залишаються незмінними?
3. Наведіть приклади, які підтверджують, що рух і спокій є відносними.
4. Сформулюйте закон додавання переміщень.
5. Сформулюйте закон додавання швидкостей.
6. Чи завжди як нерухому СВ потрібно обирати ту, що пов'язана із Землею?

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 7

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Рівноприскорений прямолінійний рух. Прискорення.

Мета Учбова: з'ясувати знання учнів з теми, їх уміння.

заяття Виховна: застосовувати ці знання в стандартних і нестандартних ситуаціях.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина		- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів		- фронтальне або вибіркове опитування; - нагадати, що одержані під час вивчення цієї теми знання, важливі не лише для опанування механіки, а й усього курсу фізики в цілому.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)		- <i>Рівноприскорений прямолінійний рух тіла.</i> - <i>Прискорення руху тіла</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)		- обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §6, п 4 Задача 1, Вправа № 6 (1)

Література

1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
3. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірівневі самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

Рівнозмінний прямолінійний рух – це рух, при якому величина та напрям прискорення не змінюються.

$$\vec{a} = const$$

Рівнозмінний рух може бути:

1 рівноприскореним, коли величина швидкості збільшується ($v > v_0$), при цьому $a > 0$;

2 рівносповільненим, коли величина швидкості зменшується ($v < v_0$), при цьому $a < 0$.

Якщо розглянути **проекції векторів** у формулі (3.3), можна визначити швидкість при рівноприскореному прямолінійному русі:

$$v = v_0 + at.$$

При рівносповільненому прямолінійному русі швидкість

$$v = v_0 - at.$$

Середня швидкість прямолінійного рівноприскореного руху визначається за формулою

$$v_{\text{сеп}} = \frac{v_0 + v}{2},$$

а шлях, пройдений точкою, визначається виразом

$$S = v_{\text{сеп}} \cdot t.$$

$$S = \frac{v_0 + v}{2} t = \frac{v_0}{2} t + \frac{v_0 + at}{2} t = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}.$$

$$t = \frac{v - v_0}{a}.$$

Підставимо цей вираз

$$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}.$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}.$$

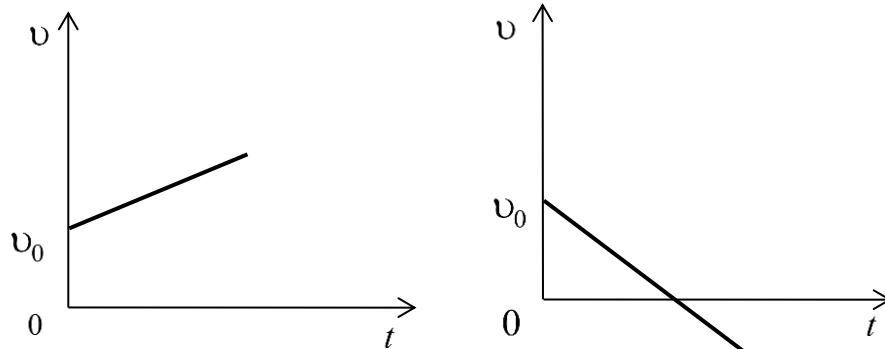
формули для визначення шляху рівноприскореного прямолінійного руху.

Рівняння прямолінійного рівноприскореного руху має вигляд

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Графіки швидкості наведені на рисунку :

для рівноприскореного руху і рівносповільненого руху



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Який рух називають рівноприскореним прямолінійним?
2. Охарактеризуйте прискорення як фізичну величину.
3. Як рухається тіло, якщо напрямок його прискорення: а) збігається з напрямком руху? б) протилежний напрямку руху? в) якщо прискорення тіла дорівнює нулю?
4. Запишіть рівняння залежності v t x () для рівноприскореного прямолінійного руху. Який вигляд має графік цієї залежності?
5. За допомогою яких формул можна обчислити проекцію переміщення? Виведіть ці формули.
6. Доведіть, що графіком залежності s t x () є парабола. Як напрямлені її вітки? Якому моменту руху відповідає вершина?
7. Запишіть рівняння координати для рівноприскореного прямолінійного руху. Назвіть фізичні величини, які пов'язує це рівняння

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 8

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Вільне падіння.*

Мета заняття *Учбова :* Поглибити знання про рівноприскорений рух; формувати уявлення про особливості руху під дією сили тяжіння та вільне падіння тіл як окремий випадок рівноприскореного руху.
Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведени й час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Вільне падіння.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д.з. §7 п 1-3, Вправа № 7 (1-2)

Література (основна та додаткова)

13. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
14. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст : (рівень стандарту)] / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
15. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

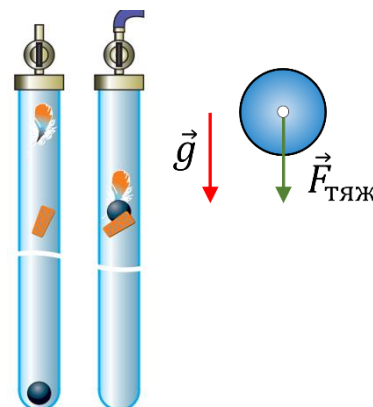
1. Вільне падіння

Вільне падіння – це падіння тіл у безповітряному просторі, тобто падіння лише під дією сили тяжіння.

Вектор прискорення вільного падіння завжди напрямлений вертикально вниз.

Прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі:

$$g \approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



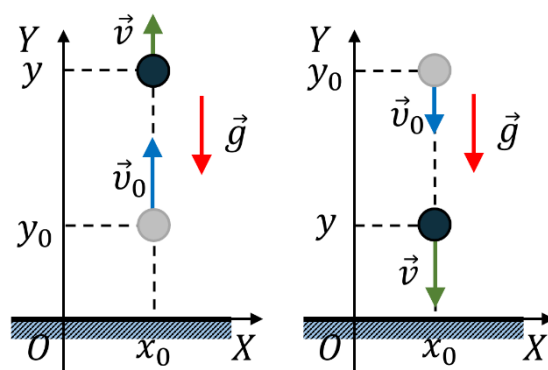
2. Спрощення при розв'язанні задач

- Систему відліку, пов'язану з точкою на поверхні Землі, вважатимемо інерціальною.
- Розглядатимемо рух тіл, розташованих поблизу поверхні Землі.
- Розв'язуючи задачі, вважатимемо, що $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, якщо не зазначено інше.
- Опором повітря будемо нехтувати.

3. Рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз

Рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз, – це **рівноприскорений прямолінійний рух** із прискоренням, що дорівнює прискоренню вільного падіння: $\vec{a} = \vec{g}$

Щоб математично описати рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз (вільне падіння тіла), скористаємося формулами залежності швидкості, переміщення та координати від часу для рівноприскореного прямолінійного руху.



Рівноприскорений рух уздовж осі OX	Вільне падіння уздовж осі OY
Проекція швидкості руху	
$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Проекція переміщення	

$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$ $s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_y = h_y = v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$ $s_y = h_y = \frac{v_{0y} + v_y}{2} \cdot t$ $s_y = h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$
Рівняння координати	
$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$	$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАТЬ І ВМІНЬ

Опором повітря нехтувати.

1. Куля вільно падає на поверхню Землі з висоти 245 м. Знайдіть час падіння та швидкість кулі в момент удару.

Дано:

$$h = 245 \text{ м}$$

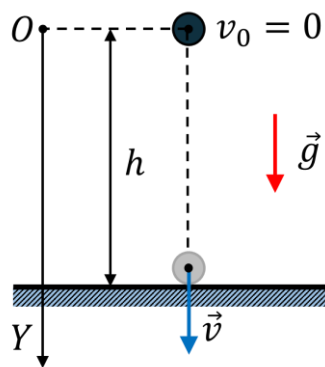
$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t = ?$$

$$v = ?$$

Розв'язання



$$h_y = v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$$

$$h_y = h; \quad v_{0y} = 0; \quad g_y = g$$

$$h = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$[t] = \sqrt{\frac{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{\text{с}^2} = \text{с}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 245}{10}} = \sqrt{49} = 7 \text{ (с)}$$

$$v_y = v_{0y} + g_y t \quad v = gt$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v = 10 \cdot 7 = 70 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $t = 7 \text{ с}; v = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2. Тіло вільно падає з висоти 80 м. Який шлях пройде тіло за останню секунду падіння?

Дано:

$$h = 80 \text{ м}$$

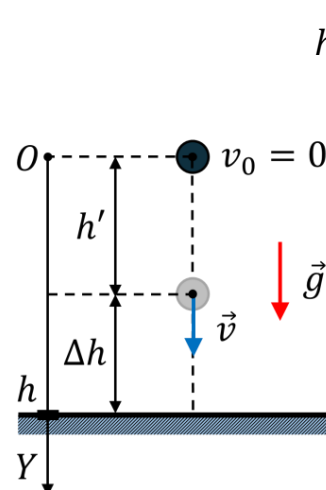
$$\Delta t = 1 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta h = ?$$

Розв'язання



$$h_y = v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$$

$$h_y = h; \quad v_{0y} = 0; \quad g_y = g$$

$$h = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$h' = \frac{g}{2}(t - \Delta t)^2$$

$$\Delta h = h - h'$$

$$\Delta h = h - \frac{g}{2} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} - \Delta t \right)^2$$

$$[\Delta h] = m - \frac{m}{c^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{m}{\frac{m}{c^2}}} - c \right)^2 = m - \frac{m}{c^2} \cdot c^2 = m$$

$$\Delta h = 80 - \frac{10}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 80}{10}} - 1 \right)^2 = 80 - 5 \cdot (3)^2 = 35 \text{ (м)}$$

Відповідь: $\Delta h = 35 \text{ м.}$

3. М'яч, який кинули з поверхні землі вертикально вгору, впав через 3 с. З якою швидкістю кинули м'яч і на яку висоту він піднявся?

Дано:

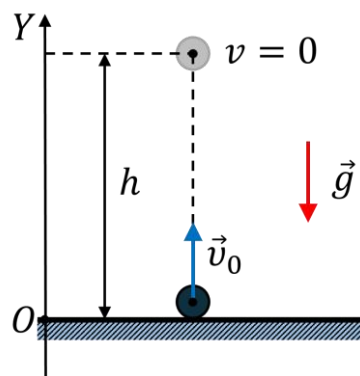
$$t = 3 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = ?$$

$$h = ?$$

Розв'язання



$$t' = \frac{t}{2}$$

$$\begin{aligned} v_y &= v_{0y} + g_y t' \\ v_{0y} &= v_0; \quad v_y = 0; \quad g_y = -g \\ 0 &= v_0 - g t'; \quad v_0 = g \frac{t}{2} \\ [v_0] &= \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

$$v_0 = 10 \cdot \frac{3}{2} = 15 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\begin{aligned} h_y &= v_{0y} t' + \frac{g_y}{2} t'^2 & h &= v_0 t' - \frac{g}{2} t'^2 \\ h &= v_0 \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8} & [h] &= \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} - \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м} - \text{м} = \text{м} \end{aligned}$$

$$h = 15 \cdot \frac{3}{2} - \frac{10 \cdot 9}{8} = 22,5 - 11,25 = 11,25 \text{ (м)}$$

Відповідь: $v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}; h = 11,25 \text{ м.}$

4. З якою початковою швидкістю слід кинути м'яч вертикально вгору, щоб через 8 с він падав вниз із швидкістю 20 м/с?

Дано:

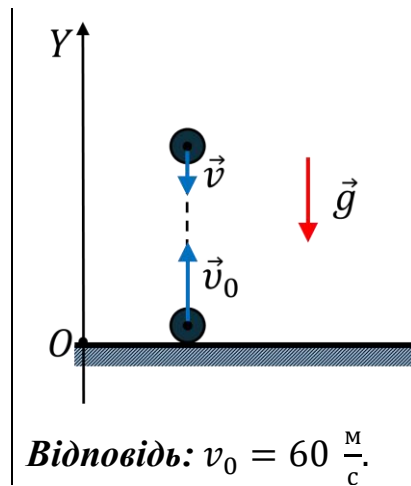
$$t = 8 \text{ с}$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Розв'язання

$$v_0 - ?$$



$$v_y = v_{0y} + g_y t$$

$$-v = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt - v$$

$$[v_0] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} - \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 = 10 \cdot 8 - 20 = 60 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

5. Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 25 м/с. Через скільки секунд тіло буде на висоті 20 м? Відповідь поясніть.

Дано:

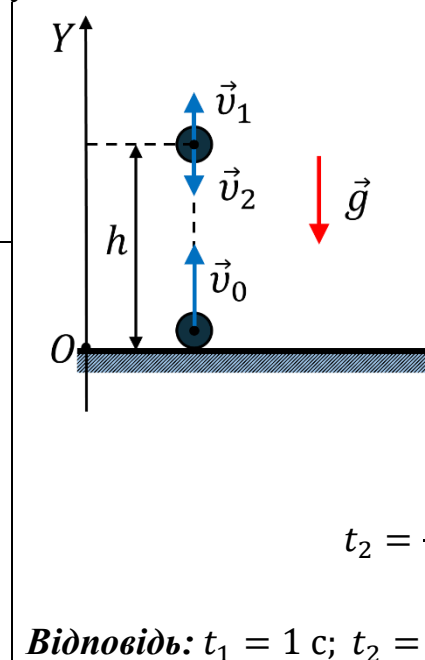
$$v_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t_1 - ?$$

$$t_2 - ?$$



Розв'язання

$$h_y = v_{0y} t + \frac{g_y}{2} t^2$$

$$h_y = h; v_{0y} = v_0; g_y = -g$$

$$h = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$$

$$20 = 25t - 5t^2 \quad |:5$$

$$t^2 - 5t + 4 = 0$$

$$D = 25 - 16 = 3^2$$

$$t_1 = \frac{5 - 3}{2} = 1 \text{ (с)}$$

$$t_2 = \frac{5 + 3}{2} = 4 \text{ (с)}$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Який рух називають вільним падінням тіл? Яким є характер цього руху?
2. Як напрямлено прискорення вільного падіння та чому воно дорівнює?
3. Який вигляд матимуть рівняння руху, якщо тіло кинуто вертикально?

Розробив:

викладач Мірошник О.В

Лекція № 9

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння.*

Мета заняття *Учбова :* Формувати уявлення про особливості руху під дією сили тяжіння; формувати знання про рух тіла, кинутого горизонтально, як результат одночасного переміщення тіла в горизонтальному й вертикальному напрямках, і знання про рух тіла, кинутого під кутом до горизонту, вміння визначати параметри таких рухів.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведени й час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д.з. §7 п 4-7, Вправа № 7 (3)

Література (основна та додаткова)

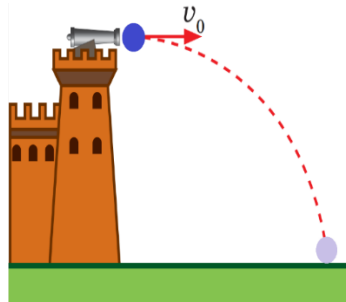
1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
3. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

Траєкторія руху м'яча, кинутого вертикально вниз або вгору, – пряма.

З певної висоти тіло можуть кидати і в горизонтальному напрямку – траєкторією руху снаряду буде вітка параболи.

Струмінь води, випущений під кутом до горизонту, теж опише частину параболи.

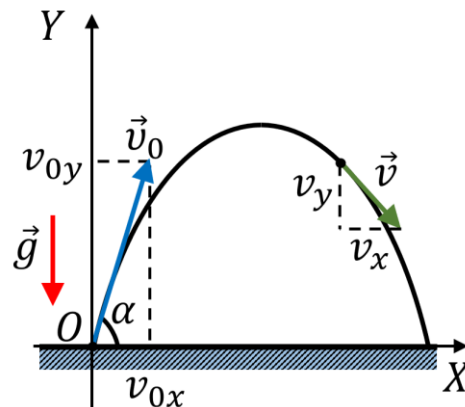
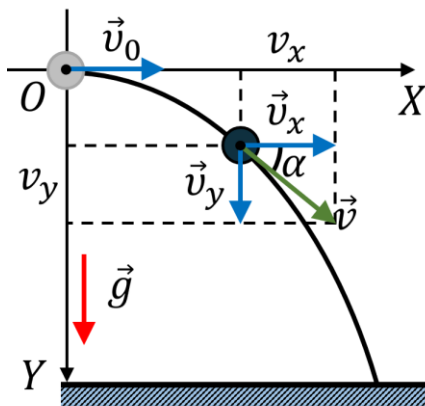


Під дією якої сили відбуваються рухи всіх цих тіл? (Рухи всіх цих тіл відбуваються тільки під дією сили тяжіння, тобто маємо справу з вільним падінням)

Чому ж ці рухи так відрізняються? (Причина – в різних початкових умовах)

Як дані рухи охарактеризувати?

1. Рух тіл, кинутих горизонтально або під кутом до горизонту



Рух тіл, кинутих горизонтально або під кутом до горизонту, складається з двох рухів:

- 1) *горизонтального* – рівномірного уздовж осі OX (оскільки $g_x = 0$):

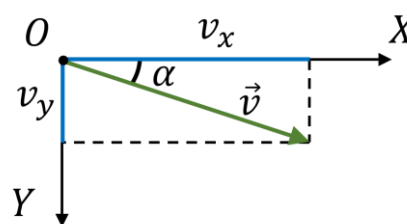
$$v_x = v_{0x} \quad x = x_0 + v_{0x}t \quad (1)$$

2) вертикального – рівноприскореного (з прискоренням $\vec{g}$) уздовж осі OY:

$$v_y = v_{0y} + g_y t \quad y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2 \quad (2)$$

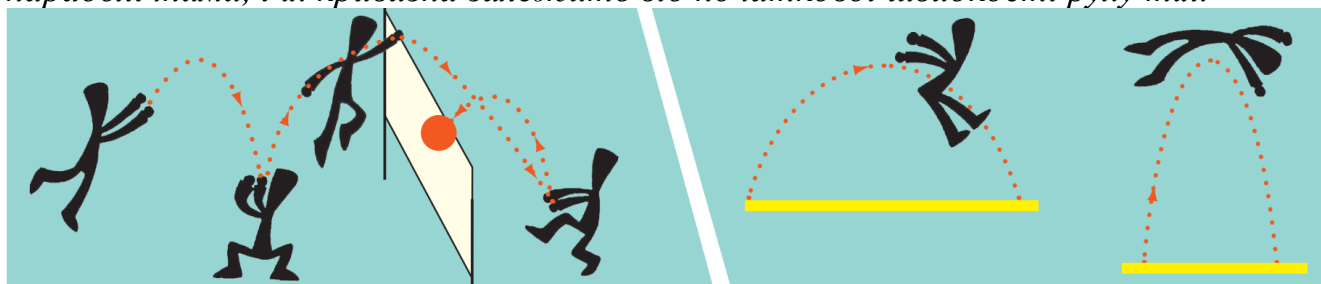
Модуль і напрямок швидкості руху тіла в довільній точці траєкторії визначаємо, скориставшись теоремою Піфагора та означенням тангенса:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v_x}$$



Якщо з рівняння $x = x_0 + v_{0x}t$ знайти t і підставити одержаний вираз у рівняння $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$, отримаємо рівняння траєкторії руху тіла, яке має вигляд квадратичної функції: $y(x) = Ax^2 + Bx + C$

Траєкторії руху тіл, кинутих горизонтально або під кутом до горизонту, є параболічними, і їх кривизна залежить від початкової швидкості руху тіл.



Питання та завдання до контролю знань студентів

Бесіда за питаннями

1. Запишіть у загальному вигляді рівняння руху тіла під дією сили тяжіння.
2. Який вигляд матимуть рівняння руху, якщо тіло кинуто горизонтально? під кутом до горизонту?
3. Якою є траєкторія руху тіла, кинутого горизонтально? під кутом до горизонту? Наведіть приклади.
4. Як визначити модуль і напрямок швидкості руху тіла в будь-якій точці траєкторії?

Розробив: викладач Мірошник О.В

Лекція № 10

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Рівномірний рух матеріальної точки по колу.*

Мета заняття *Учбова :* Ознайомити учнів з рівномірним рухом по колу й фізичними величинами, що характеризують цей рух; навчити учнів обчислювати прискорення під час рівномірного руху по колу.
Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведени й час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування;
3 Основна частина	70хв.	<i>Рівномірний рух матеріальної точки по колу</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д.з. § 8, Вправа № 8 (1-3)

Література (основна та додаткова)

16. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
17. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
18. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

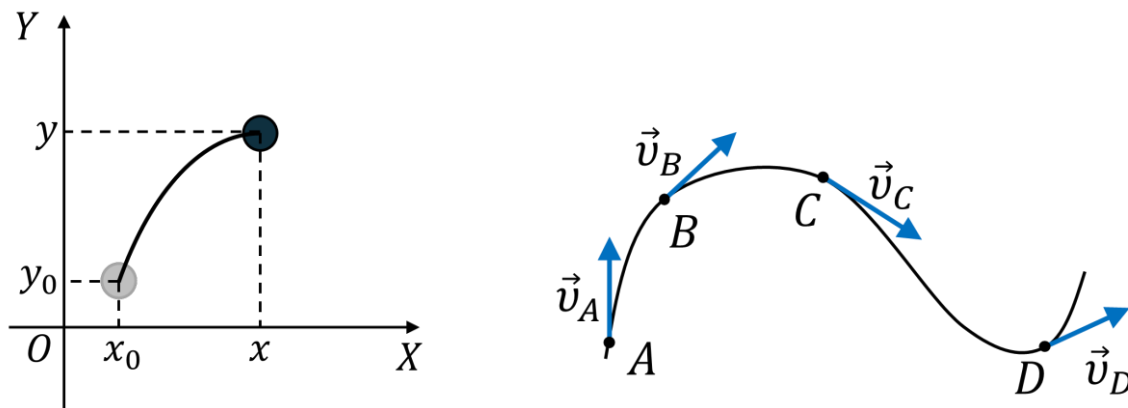
Навчальні матеріали ле

1. Криволінійний рух

Криволінійний рух – це такий рух тіла, при якому траєкторія руху тіла являє собою криву лінію.

Будь-який криволінійний рух набагато складніший за прямолінійний:

- У разі криволінійного руху змінюються щонайменше дві координати тіла.
- Безперервно змінюється напрямок вектора миттєвої швидкості: цей вектор завжди збігається з дотичною до траєкторії руху тіла в точці, що розглядається, й направлений у бік руху тіла.
- Криволінійний рух – це завжди рух із прискоренням: навіть якщо модуль швидкості залишається незмінним, напрямок швидкості безперервно змінюється.



Проблемне питання

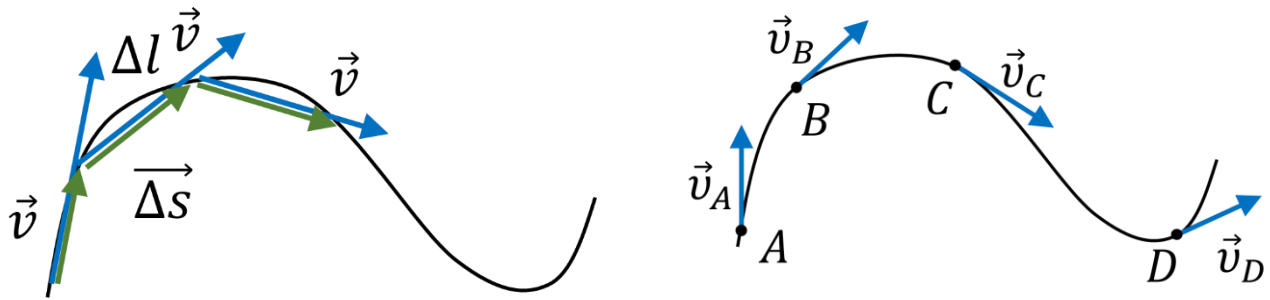
- Чому камінь, який воїн випускає з пращі, не продовжує рухатися по колу?
- Якою буде траєкторія руху каменя?

2. Лінійна швидкість

Лінійна швидкість руху тіла – це скалярна фізична величина, яка характеризує криволінійний рух і дорівнює середній шляховій швидкості, вимірній за нескінченно малий інтервал часу.

$$v = \frac{\Delta l}{\Delta t}, \text{ якщо } \Delta t \rightarrow 0$$

Оскільки для дуже малих інтервалів часу модуль переміщення (Δs) наближається до довжини ділянки траєкторії (Δl), *лінійна швидкість у даній точці дорівнює модулю миттєвої швидкості.*



У фізиці розглядають *нерівномірний криволінійний рух* (рух зі змінною лінійною швидкістю) і *рівномірний криволінійний рух* (рух із незмінною лінійною швидкістю).

У разі *рівномірного криволінійного руху* за будь-які рівні інтервали часу тіло долає однаковий шлях, тому *лінійну швидкість руху тіла можна визначити за формулою:*

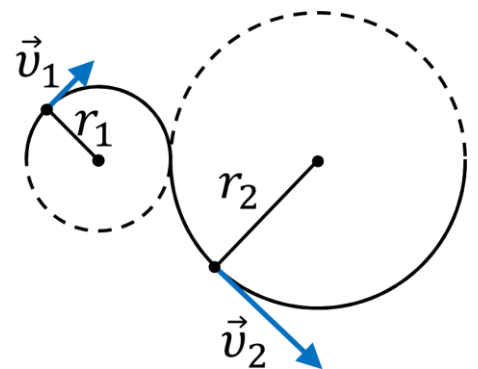
$$v = \frac{l}{t}$$

l – шлях, пройдений тілом; t – час руху.

Проблемне питання

- Як можна «спростити» криволінійну траєкторію, тобто звести до більш простої форми?

Практично будь-яку складну криволінійну траєкторію можна подати як сукупність дуг різних радіусів, а *криволінійний рух розглядати як рух по колу.*



3. Рівномірний рух по колу

Розглянемо найпростіший вид криволінійного руху – *рівномірний рух по колу.*

Рівномірний рух тіла по колу – це такий криволінійний рух, при якому траєкторією руху тіла є коло, а лінійна швидкість руху не змінюється з часом.

Період обертання T – фізична величина, яка дорівнює інтервалу часу, за який тіло здійснює один оберт.

$$T = \frac{t}{N} \quad [T] = \text{с}$$

N – кількість обертів, здійснених тілом за інтервал часу t

Обертова частота n – фізична величина, яка чисельно дорівнює кількості обертів за одиницю часу.

$$n = \frac{N}{t} \quad [n] = \frac{\text{об}}{\text{с}} = \frac{1}{\text{с}}$$

Період і обертова частота є взаємно оберненими величинами:

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

Лінійна швидкість:

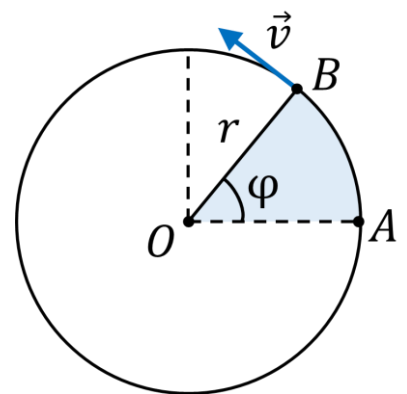
$$v = \frac{l}{t} \quad l = 2\pi r \quad t = T \quad \Rightarrow \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

Кутова швидкість – це фізична величина, яка чисельно дорівнює куту повороту радіуса за одиницю часу:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad [\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} \quad \varphi = 2\pi \quad t = T \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad \Rightarrow \quad v = \omega r$$



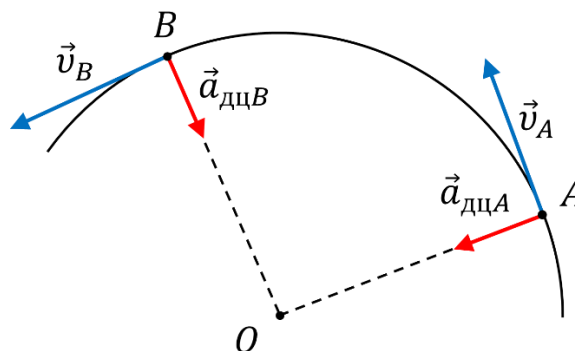
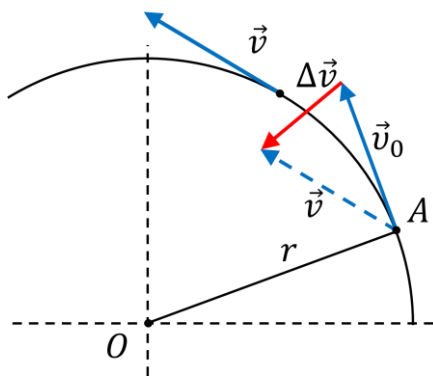
4. Доцентрове прискорення

Проблемне питання

- Який напрямок має прискорення тіла під час його рівномірного руху по колу?

За означенням $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$, тому напрямки векторів прискорення та зміни швидкості збігаються ($\vec{a} \uparrow \Delta \vec{v}$). Визначимо напрямок вектора зміни швидкості $\Delta \vec{v}$.

Бачимо, що вектор $\Delta \vec{v}$ напрямлений усередину кола. Так само напрямлений і вектор прискорення $\vec{a}$.



У разі рівномірного руху тіла по колу:

- Вектор прискорення напрямлений до центра кола – саме тому прискорення тіла під час його руху по колу називають доцентровим прискоренням $\vec{a}_{\text{дц}}$.
- Модуль доцентрового прискорення обчислюють за формулами:

$$a_{\text{дц}} = \frac{v^2}{r} \quad a_{\text{дц}} = \omega^2 r$$

v – лінійна швидкість; r – радіус кола; ω – кутова швидкість.

1. Диск за 10 с зробив 200 обертів. Визначте період його обертання та обертову частоту.

Дано:

$$t = 10 \text{ с}$$

$$N = 200$$

$$T = ?$$

$$n = ?$$

Розв'язання

$$T = \frac{t}{N} \quad [T] = \frac{\text{с}}{1} = \text{с} \quad T = \frac{10}{200} = 0,05 \text{ (с)}$$

$$n = \frac{N}{t} \quad [n] = \frac{1}{\text{с}} = \frac{\text{об}}{\text{с}} \quad n = \frac{200}{10} = 20 \left(\frac{\text{об}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $T = 0,05 \text{ с}$; $n = 20 \frac{\text{об}}{\text{с}}$.

2. Визначте кутову швидкість, з якою рухається секундна стрілка механічного годинника.

Дано:

$$T = 60 \text{ с}$$

Розв'язання

$\omega - ?$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$[\omega] = 1 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad \omega = \frac{2\pi}{60} \approx 0,1 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $\omega \approx 0,1 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

3. Автомобіль рухається по закругленій ділянці шосе радіусом 50 м з постійною за модулем швидкістю 72 км/год. Знайдіть доцентрове прискорення руху автомобіля на цій ділянці.

Дано:

$$r = 50 \text{ м}$$

$$v = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$a_{\text{дц}} - ?$

Розв'язання

$$a_{\text{дц}} = \frac{v^2}{r}$$

$$[a_{\text{дц}}] = \frac{\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2}{\text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \quad a_{\text{дц}} = \frac{20^2}{50} = 8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

Відповідь: $a_{\text{дц}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

4. Кутова швидкість обертання лопатей вентилятора 15π рад/с. Визначте, скільки обертів здійснив вентилятор за 6 с.

Дано:

$$\omega = 15\pi \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$N - ?$

Розв'язання

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T = \frac{t}{N}$$

$$\frac{t}{N} = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow N = \frac{t\omega}{2\pi} \quad [N] = \frac{\text{с} \cdot \frac{\text{рад}}{\text{с}}}{1} = 1$$

$$N = \frac{6 \cdot 15\pi}{2\pi} = 45$$

Відповідь: $N = 45$.

5. Знайдіть максимальну швидкість, з якою може обертатися шліфувальний круг діаметром 30 см, якщо допустима обертова частота для нього становить 1800 об/хв.

Дано:

$$d = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$n = 1800 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

$$= 30 \frac{\text{об}}{\text{с}}$$

$v = ?$

Розв'язання

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad T = \frac{1}{n} \quad r = \frac{d}{2} \quad \Rightarrow \quad v = \pi d n$$

$$[v] = \text{м} \cdot \frac{\text{об}}{\text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 30 \approx 28,3 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

Відповідь: $v \approx 28,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

6. Колесо радіусом 80 см котиться по горизонтальній дорозі без проковзування. Який шлях воно пройде, зробивши 20 повних обертів?

Дано:

$$r = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$$

$$N = 20$$

Розв'язання

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad T = \frac{t}{N} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{2\pi r N}{t} \quad v = \frac{l}{t}$$

$$\frac{2\pi r N}{t} = \frac{l}{t} \quad \Rightarrow \quad l = 2\pi r N \quad [l] = \text{м}$$

$$l = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 20 \approx 100,5 \text{ (м)}$$

Відповідь: $l \approx 100,5 \text{ м}$.

Питання та завдання до контролю знань студентів

Бесіда за питаннями

1. Чи може тіло рухатися криволінійною траєкторією без прискорення?

Доведіть ваше твердження.

2. Як у разі криволінійного руху напрямлений вектор миттєвої швидкості?

3. Які фізичні величини характеризують рух тіла по колу? Дайте їхні характеристики.

4. Яким співвідношенням пов'язані кутова та лінійна швидкості руху? Виведіть це співвідношення.

5. Доведіть, що в разі рівномірного руху по колу прискорення напрямлене до центра цього кола.

6. За якими формулами визначають доцентрове прискорення?

Розробив: викладач Мірошник О.В

Лекція № 11

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Інерціальна система відліку. Перший закон Ньютона. Принцип відносності.*

Мета заняття *Учбова:* формування знань про явище інерції, перший закон Ньютона, інерціальні системи відліку.

Виховна збудження інтересу до історії розвитку фізики за часів Галілея-Ньютона.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	8хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; Вивчення нового матеріалу починають з аналізу основної задачі механіки і постановки проблеми до всього розділу: чому рух саме такий, а не інший. Зосередити увагу на тому, що дослідні факти стверджують зумовленість змін швидкості прискорення тіла під впливом на нього інших тіл;
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	65хв.	- <i>Інерціальна система відліку.</i> - <i>Перший закон Ньютона.</i> - <i>Принцип відносності.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань

		- домашнє завдання: Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §9, Вправа № 9 (2, 3)
--	--	--

Література (основна та додаткова)

1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
3. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Інерціальна система відліку.
2. Перший закон Ньютона.
3. Принцип відносності

Динаміка – це частина механіки, яка вивчає закони взаємодії тіл і відповідає на питання: «**Чому рухається тіло?**».

Класична динаміка ґрунтується на трьох законах Ньютона, сформульованих на підставі узагальнення дослідних фактів.

Межі застосування законів Ньютона:

- для макроскопічних тіл, які рухаються зі швидкістю, набагато меншою, ніж швидкість світла у вакуумі ($3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$);
- для інерціальних систем відліку.

Інерціальна система відліку (ІСВ) – це система відліку, відносно якої матеріальна точка, яка не зазнає впливу інших тіл, рухається рівномірно і прямолінійно. Будь-яка система відліку, яка рухається відносно ІСВ прямолінійно і рівномірно, також є інерціальною. Неінерціальна система відліку – це система відліку, що рухається з прискоренням відносно ІСВ.

Перший закон Ньютона. Існують такі системи відліку, відносно яких тіла, що рухаються поступально, зберігають стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на них не діють інші тіла або дію інших тіл скомпенсовано.

Перший закон Ньютона – закон інерції.

Інерція – це явище збереження величини і напрямку швидкості руху тіла за відсутності або компенсації інших тіл.

Інертність – це властивість тіла, від якої залежить його прискорення при взаємодії з іншими тілами.

Кількісна міра інертності тіла називається масою. Чим більш інертне тіло, тим більша його маса.

Маса m - це скалярна фізична величина, що є мірою інертності тіла.

Одиницею маси в системі СІ є кілограм.

$$[m] = \text{кг}.$$

1 кілограм – це маса еталона маси. У класичній механіці Ньютона:

- маса тіла не залежить від швидкості цього тіла:

$$m \neq m(v);$$

- маса тіла дорівнює масі всіх частин, з яких складається тіло:

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_n;$$

- виконується закон збереження маси: маса тіла залишається сталою при будь-яких механічних процесах, що відбуваються в системі тіл.

Сила $\vec{F}$ - це векторна фізична величина, що є мірою такої дії на дане тіло інших тіл, при якій виникає прискорення або деформація.

Сила $\vec{F}$ має напрямок (вектор), модуль (абсолютне значення), точку прикладання і лінію дії сили (рис.1).

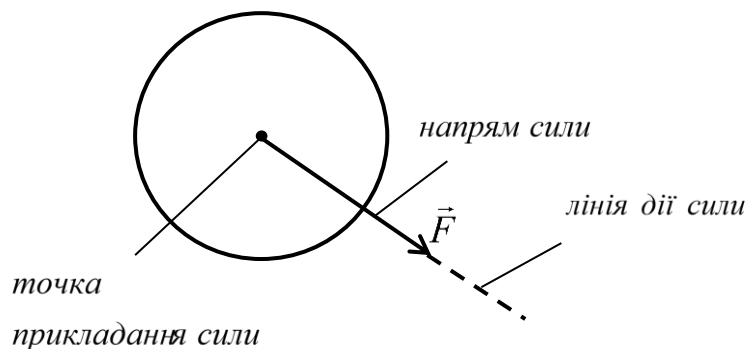


Рисунок 1

Як правило, на будь-яке рухоме тіло діє не одна сила, а декілька. Сила, яка діє на тіло так само, як декілька одночасно діючих сил, називається **рівнодіючою** цих сил і дорівнює векторній сумі всіх сил, що діють на тіло:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}_1 + \vec{F}_1 + \dots + \vec{F}_n. \quad (1)$$

Співвідношення (6.1) визначає **принцип незалежності** дії сил, або **принцип суперпозиції**. Для визначення рівнодіючої сили використовують правила додавання векторів

Закони Ньютона зберігають свій вигляд при переході від однієї інерціальної системи до іншої. Це твердження отримало назву **принцип відносності Галілея**:

всі механічні явища в різних інерціальних системах відліку відбуваються за одними законами.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Якою величиною характеризується інертність тіла?
2. Унаслідок взаємодії двох тіл швидкість одного з них збільшилась. Як змінилась швидкість іншого тіла?
3. Який рух називають нерелятивістським? Релятивістським?

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 12

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Сила. Маса. Другий та третій закони Ньютона.*

Мета заняття *Учбова:* формувати знання про третій закон Ньютона, ізолювану систему тіл, вміння застосувати ці знання під час розв'язування задач; розкрити широкий діапазон проявів цього закону в природі.

Виховна: показати єдність у розглядуванні протилежності (дії протидії) та роль цієї протилежності в зміні стану взаємодіючих тіл.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Досліди із взаємодією тіл.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор. Демонстрування фрагменту кінофільму «Закони Ньютона».

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
------------------	----------------	--------------------

1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; Вивчення нового матеріалу починають з зосередження уваги на тому, що дослідні факти стверджують зумовленість змін швидкості прискорення тіла під впливом на нього інших тіл;
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70хв.	1. Сила. 2. Маса. 3. Другий та третій закони Ньютона.
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання : Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §1, № (1 – 5)

Література (основна та додаткова)

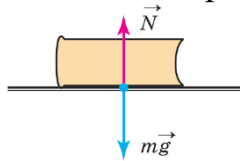
1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колектив під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
2. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с

Навчальні матеріали лекції

1. Сила.
2. Маса.
3. Другий та третій закони Ньютона.

Кожен із законів Ньютона поступово розкриває зміст одного з найважливіших понять механіки — поняття сили. Якщо другий закон стверджує, що кожна сила викликає прискорення, то третій закон говорить, що всі сили носять характер взаємодій.

Сили, з якими які-небудь два тіла діють одне на одне, завжди рівні за значенням, але протилежні за напрямом.



Наприклад, на столі лежить книга (мал. 1). З якою вона діє на стіл? $F = mg$, з такою ж за значенням силою стіл діє на книгу N . Математично це записують так: $F = -N$

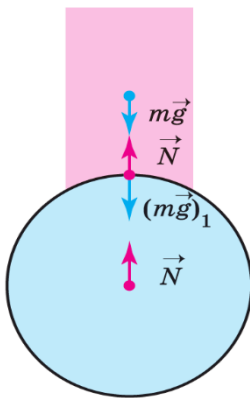
Знак «мінус» означає протилежність напрямів цих

Мал.1

сил.

Третій закон Ньютона справедливий не тільки для нерухомих, а й для рухомих тіл.

Проте рівність сил не завжди обумовлена третім законом. Слід розрізняти сили взаємодії, прикладені до різних взаємодіючих тіл, і так звані рівнодійні сили, що діють на одне тіло. Сили взаємодії підпорядковуються третьому закону Ньютона, а сили, що діють на одне тіло, підпорядковуються другому закону. Щоб розібратися в цьому докладніше, розглянемо наступний приклад.



мал.1

На поверхні Землі лежить тіло (мал.2). На це тіло діє сила mg , з якою його притягує Земля. Проте згідно з третім законом і тіло притягує до себе Землю з такою самою за значенням, але протилежно напрямленою силою $(mg)_1$. Таким чином, $mg = -(mg)_1$ згідно з третім законом.

Окрім гравітаційної взаємодії Землі і тіла, між ними існує ще й пружна: з якою силою тіло діє на Землю, з такою самою силою і Земля діє на тіло, тобто $N = N_1$ згідно з третім законом Ньютона.

Таким чином, на тіло діють дві сили: mg і N . Для цих сил, оскільки вони прикладені до одного тіла, можна записати другий закон Ньютона: $ma = mg + N$. Тіло знаходиться у спокої, тобто $a = 0$. Тому $mg = -N$. Ця рівність сил доведена на основі другого закону. На Землю також діють дві сили: N_1 і $(mg)_1$. Вони зрівноважені, тобто $N_1 = (mg)_1$

Ця рівність так само є наслідком застосування другого закону.

Не слід вважати, що закони Ньютона виконуються в усіх випадках руху. Перший закон Ньютона виконується тільки в інерціальних системах відліку. Другий закон також виконується лише в інерціальних системах. Третій закон виконується і в неінерціальних системах, але не завжди. (Він не виконується для так званих сил інерції.) Таким чином, першим обмеженням законів Ньютона є те, що вони виконуються тільки в інерціальних системах відліку.

Механіка Ньютона є механікою малих швидкостей (порівняно зі швидкістю поширення світла).

Виявилося, що рух у мікросвіті, тобто у світі молекул, атомів і елементарних частинок, підпорядковується іншим законам. Тому механіка Ньютона незастосовна до мікросвіту, вона є механікою великих тіл (звичайно, порівняно з розмірами молекул).

Таким чином, класична механіка Галілея—Ньютона виконується лише в інерціальних системах, для великих тіл, які рухаються з малими швидкостями, а тому вважати її універсальною не можна. Це необхідно пам'ятати під час розв'язання практичних задач.

Третій закон Ньютона: Два тіла взаємодіють одне з одним із силами, напрямленими уздовж однієї прямої, рівними за модулем і протилежними за напрямком:

$$\boxed{\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}} \quad (4.)$$

(Сили в природі завжди виникають парами. Обидві сили мають однакову природу. Дві сили, що виникають при кожній взаємодії, не можуть врівноважувати одна одну, оскільки вони прикладені до різних тіл .

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Сформулюйте третій закон Ньютона.
2. Напишіть формулу третього закону Ньютона.
3. Якими дослідями можна перевірити цей закон?
4. Що можна сказати про природу сил, які виникають під час взаємодії тіл?
5. Як напрямлені прискорення, що їх отримують тіла при взаємодії?
6. Які межі застосування законів Ньютона?

Розробив: викладач Мірошник О.В.

Лекція № 13

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема

***Гравітаційне поле. Сила тяжіння.
Перша космічна швидкість***

Мета заняття

Учбова: розкрити суть закону всесвітнього тяжіння, понять вага і невагомість

Виховна: виховувати розуміння ролі фізики в житті, розуміння важливості фізичних знань.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Досліди із взаємодією тіл.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор. Демонстрування фрагменту кінофільму «Закони Ньютона».

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; Вивчення нового матеріалу починають з зосередження уваги на тому, що дослідні факти стверджують зумовленість змін швидкості прискорення тіла під впливом на нього інших тіл;
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70хв.	- <i>Гравітаційне поле.</i> - <i>Сила тяжіння.</i> - <i>Перша космічна швидкість</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання :

		Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §11, Вправа № 11 (3, 5)
--	--	--

Література (основна та додаткова)

19. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
20. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303
21. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. На відміну від короткодійчих сильних і слабких взаємодій, електромагнітні і гравітаційні взаємодії мають властивість дальньої дії: їх дія виявляється на дуже великих відстанях. Усі механічні явища в макроскопічному світі визначаються виключно гравітаційними й електромагнітними силами. Дія планет на супутники, політ артилерійських снарядів, плавання тіл в рідині - у всіх цих явищах виявляються гравітаційні сили.

Між фізичними тілами діє сила взаємного притягання. Такі явища, як падіння тіл на Землю, рух Місяця навколо Землі, планет навколо Сонця і інші, відбуваються під дією сил всесвітнього притягання, які називають **гравітаційними**.

2. Аналізуючи закони Кеплера і закони вільного падіння тіл на Землі, Ньютон дійшов до висновку, що сили притягання мають існувати не лише на Землі, а й у космосі.

У 1687р. Ньютон встановив один з фундаментальних законів механіки – **закон всесвітнього тяжіння: сила гравітаційного притягання двох матеріальних точок прямо пропорційна добутку їхніх мас і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:**

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

(**еф** дорівнює **же ем** один **ем** два, ділене на **ер** квадрат), де

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравітаційна стала;

F - модуль сили гравітаційного притягання;

m_1, m_2 - маси матеріальних точок;

r - відстань між центрами матеріальних точок.

Межі застосування закону всесвітнього тяжіння:

- для матеріальних точок (якщо розміри тіл набагато менші за відстані між ними);
- для однорідних куль;
- для сферично-симетричних тіл (планети, зірки).

Маса характеризує **гравітаційні властивості** тіла.

Сили гравітаційної взаємодії – центральні, тобто напрямлені вздовж лінії, що з'єднує тіла (рис.1).

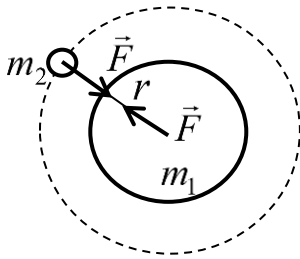


Рисунок 1

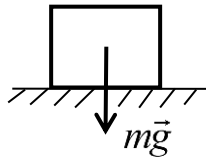


Рисунок 2

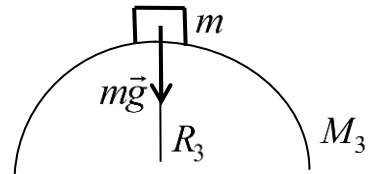


Рисунок 3

Земля притягує до себе всі тіла, які є на її поверхні та поблизу неї. Притягання тіл до Землі є причиною їх вільного падіння.

3. Сила, з якою Земля притягує до себе тіло, називається силою тяжіння $\vec{F}_0$.

Згідно з другим законом Ньютона сила тяжіння дорівнює добутку маси цього тіла m на прискорення вільного падіння g :

$$F_T = mg. \quad (2)$$

(**еф** тяжіння дорівнює **ем** на **же**).

Сила тяжіння – це гравітаційна сила, що прикладена до центра тяжіння тіла і напрямлена вертикально вниз до центра Землі (рис. 2, 3).

Центр тяжіння тіла – це точка прикладання рівнодіючої всіх сил тяжіння, що діють на окремі частини тіла. Для тіл правильної геометричної форми центр тяжіння збігається з центром симетрії.

Враховуючи закон всесвітнього тяжіння

$$G \frac{mM_3}{R_3^2} = mg.$$

Звідси величина прискорення g , з яким тіло падає на Землю:

$$g = G \frac{M_3}{R_3^2},$$

не залежить від маси тіла та інших його характеристик.

Динаміка тіла, що рухається по колу

На тіло масою m , що рухається рівномірно по колу або по дузі кола діє доцентрова сила, що за другим законом Ньютона становить: $\vec{F}_d = m\vec{a}_d$

(вектор $\vec{a}_d$ дорівнює $\vec{a}$ на вектор $\vec{a}$ де)

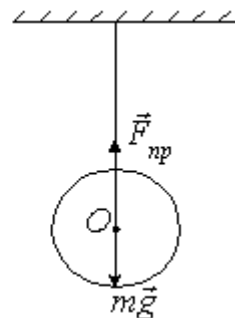
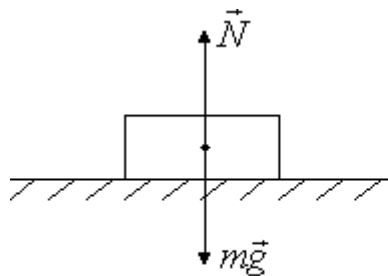
$$F_d = m \frac{v^2}{R},$$

де m - маса тіла; v - лінійна швидкість тіла; R - радіус кола.

Вага тіла. Невагомість. Рух штучних супутників Землі. Перша космічна швидкість

Вага тіла - це сила, з якою тіло діє на горизонтальну опору чи розтягує підвіс, на якій його підвішено, внаслідок притягання Землі

На тіло, яке знаходиться на горизонтальній опорі діє дві сили: сила тяжіння і сила нормальної реакції опори.



На підставі другого закону Ньютона маємо:

$$\vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}.$$

А оскільки тіло знаходиться в спокої, то

$$\vec{N} + m\vec{g} = 0,$$

тобто модулі цих сил рівні:

$$N = mg.$$

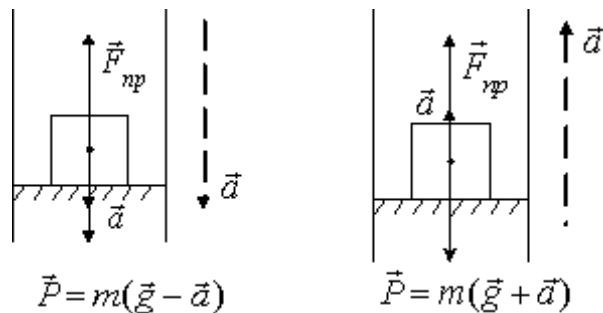
Крім того, за третім законом Ньютона сила реакції опори дорівнює за модулем і протилежна за напрямом силі, з якими тіло діє на опору, тобто вазі тіла.

$$\vec{N} = -\vec{P}, \quad |\vec{P}| = |mg|.$$

Вага тіла чисельно дорівнює силі тяжіння, якщо тіло знаходиться в спокої і відрізняється від неї лише точкою прикладання (вектор ваги тіла на відміну від сили тяжіння, що має гравітаційну природу, прикладено до опори чи підвісу, а силу тяжіння - до тіла). Оскільки, то вага тіла також залежить від широти

місцевості: максимальна на полюсах і мінімальна на екваторі. Якщо ж тіло чи підвіс будуть рухатись із прискоренням, то вага тіла буде відрізнятись від сили тяжіння. Розглянемо це на таких прикладах:

1. Під час руху тіла (людини в ліфті) із прискоренням вага тіла буде дорівнювати:



2. Під час руху тіла по випуклому мосту доцентрове прискорення буде напрямлене вниз, відповідно вага тіла буде дорівнювати:

$$P = m(g - \frac{v^2}{R}),$$

$$P = m(g + \frac{v^2}{R}).$$

а під час руху тіла по ввігнутому мосту



3. Під час руху тіла на динамометрі із прискоренням прискорення можна підібрати таким, щоб воно дорівнювало g_0 ($a = 9,8 \text{ м/с}^2$). При цьому вага тіла дорівнюватиме нулю. У цьому стані тіло не тисне на опору і не розтягує підвіс (динамометр показує 0), тобто знаходиться в стані невагомості.

Невагомість - стан механічної системи, при якому дія на систему зовнішніх сил не викликає взаємного тиску частинок цієї системи. При цьому всі частинки даної системи знаходяться в невагомості і вага тіла дорівнює нулю, а діє лише сила тяжіння. У цьому випадку сила тяжіння виявляється лише динамічно, надаючи всій системі і тілам (тілу, опорі або підвісу), які знаходяться в ній, однакового прискорення

Взагалі тіло під дією зовнішніх сил буде знаходитись у стані **невагомості** в тому разі, якщо:

1. дія зовнішніх сил є силою тяжіння;
2. сили поля тяжіння надають всім частинкам тіла однакового прискорення у будь-якому його положенні;

3. початкові швидкості всіх частинок тіла однакові.

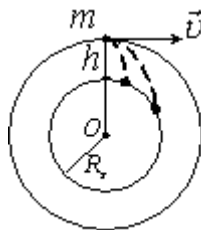
Досліди з тілом, підвішеним до динамометра, підтверджують також попередні розрахунки ваги.

Вага тіла, напрям прискорення якого збігається з напрямом прискорення вільного падіння, менша за вагу тіла під час його перебування в спокої.

Під час перевантаження збільшують свою вагу і внутрішні органи організму пілота, збільшується сила, з якою вони діють один на одного і на його кістяк (скелет). Це викликає больові відчуття, а надмірні перевантаження можуть стати небезпечними для здоров'я. Треновані пілоти витримують перевантаження до $10mg$ (зазвичай перевантаження виражають не через величину mg , а через величину g і говорять, що перевантаження дорівнює, наприклад $10g$).

Перевантаження зазнають також космонавти під час запуску космічного корабля. У стані невагомості вони перебувають на орбіті. Розглянемо фізичне обґрунтування космічних польотів.

Якщо тіло масою m підняти на висоту h над Землею і надати йому горизонтальної швидкості, то воно при цьому полетить по параболі



Зі збільшенням швидкості тіла дальність його польоту збільшується прямо пропорційно. За деякої граничної швидкості тіло не зможе впасти на Землю, а буде обертатись навколо неї по коловій орбіті радіусом $(R + h)$, перетворившись на **штучний супутник Землі**. Швидкість, яку потрібно надати тілу для того, щоб воно стало штучним супутником Землі, називають **першою космічною швидкістю**. Розраховують її так. На тіло діють сила притягання Землі, яка напрямлена до центра планети і, згідно третього закону Ньютона, сила реакції опори, яка напрямлена від центра обертання. Знайдемо швидкість руху тіла, при якій значення доцентрового прискорення має бути таким, щоб тіло утримувалось на коловій орбіті:

Література.

- В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. Фізика: підруч. Для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл.: (рівень стандарту) – К.: Освіта. 2010. §22-36
В. Ф. Дмитрієва. Фізика: навч. посіб. – К.: Техніка, 2008. §18-22

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. У чому відмінність ваги тіла від сили тяжіння, що діє на тіло?
2. У якому випадку вага тіла дорівнює силі тяжіння, що діє на це тіло?

3. Як зміниться вага тіла під час його прискореного руху? Виведіть формули для визначення ваги тіла, що рухається прискорено. Що таке перевантаження?
4. Чи зміниться вага тіла, якщо воно рухається з прискоренням в горизонтальному напрямі?
5. Як зміниться вага космонавта під час старту ракети та під час її приземлення?
6. Коли настає невагомість? У чому вона виявляється?
7. Як зміниться вага тіла під час його прискореного руху по ввігнутій і випуклій частині кола?
8. Як має бути напрямлена швидкість тіла в момент його виходу на колову орбіту, щоб воно стало штучним супутником Землі?

Розробив: викладач Мірошник О.В

Лекція № 14

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Сила пружності. Вага тіла .

Мета *Учбова:* Поглибити знання про деформацію, природу сил пружності; формувати знання про вагу тіла, невагомість і перенавантаження.
заняття *Виховна:* Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.

3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Сила пружності.</i> - <i>Вага тіла</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §12, № 12 (1,4)

Література

22. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
23. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
24. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Деформація. Види деформації

Деформація – це зміна форми та (або) розмірів тіла.

Проблемне питання

- Яка причина виникнення деформації?

Причина виникнення деформації полягає в тому, що під дією сил, прикладених до тіла, його різні частини рухаються по-різному й у результаті частини тіла зміщуються одна відносно одної.

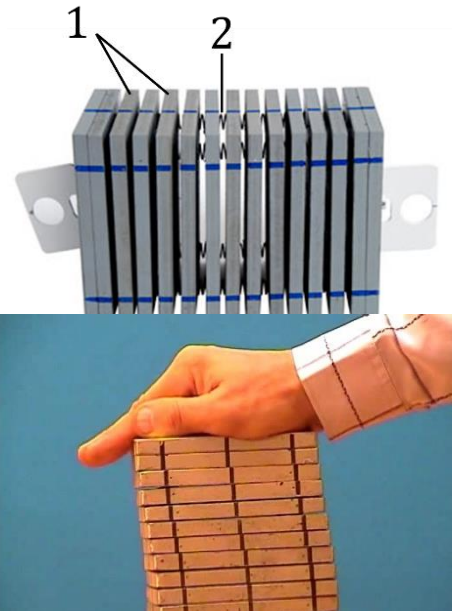
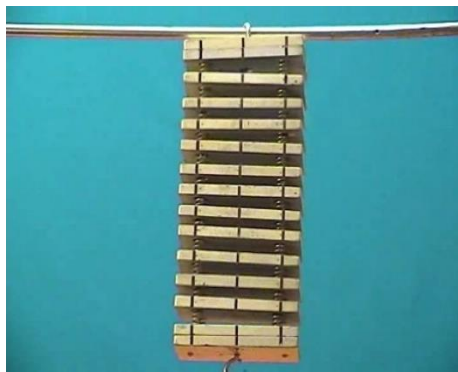
За характером зміщення частин тіла одна відносно одної розрізняють деформації *стиснення, розтягнення, зсуву, вигину, кручення*.

Для описання різних видів деформацій скористаємося *механічною моделлю твердого тіла*:

1 – паралельні пластини, що імітують шари молекул у твердому тілі;

2 – пружини, що з'єднують пластини й імітують взаємодію між молекулами.

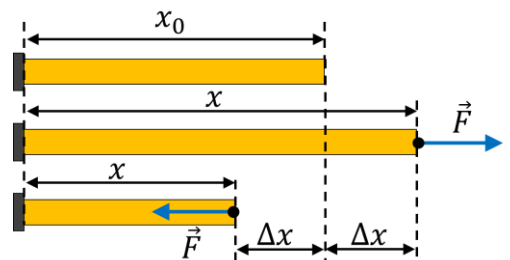
Деформація стиснення. При стисканні твердого тіла зміщуються в напрямку дії сили шари його молекул, у результаті чого розміри тіла зменшуються. Її зазнають *стовпи, ніжки столів і стільців, фундаменти будинків*.



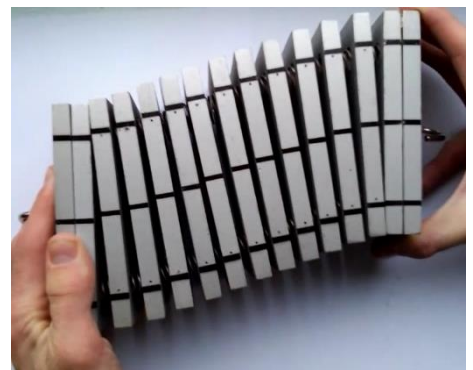
Деформація розтягнення. Якщо ж тіло розтягувати, то під дією руки відстань між шарами молекул збільшиться і тіло знову змінить свої розміри. Її зазнають *троси, канати, ланцюги в піднімальних пристроях, стяжки між вагонами*.

Видовження
 Δx – це фізична величина, яка дорівнює зміні довжини тіла при деформації розтягнення або стиснення:

$$\Delta x = x - x_0$$



Деформація вигину (водночас деформація розтягнення та стиснення). На опуклому боці тіла відстань між шарами молекул збільшується, тобто ця частина тіла зазнає деформації розтягнення. На ввігнутому боці тіла відстань між шарами молекул зменшується – ця частина тіла зазнає деформації стиснення. Середні шари не зазнають ані розтягнення, ані стиснення, а отже, не впливають на міцність конструкції. Саме тому зазвичай їх видаляють, замінюючи *стрижні порожніми трубами (рама велосипеда, трубчасті кінцівки кісток, трубчасті стебла злаків)*.



Деформація зсуву. Шари молекул зсунуться один відносно одного, а саме тіло змінює свою форму. Її зазнають цвяхи та болти, які скріплюють частини різних конструкцій; тканина, яку розрізають ножицями.

Деформація кручення. Зсув шарів молекул відбуватиметься неоднаково – кожний шар буде повертатися на певний кут відносно іншого шару. Її зазнають вали всіх машин, гвинти, ключі, викрутки.



Пружні деформації – це деформації, які повністю зникають після припинення дії на тіло зовнішніх сил.

Пластичні деформації – це деформації, які зберігаються після припинення дії на тіло зовнішніх сил.

2. Сила пружності. Закон Гука

Сила пружності $\vec{F}_{\text{пруж}}$ – це сила, яка виникає під час деформації тіла і намагається повернути тіло в недеформований стан.

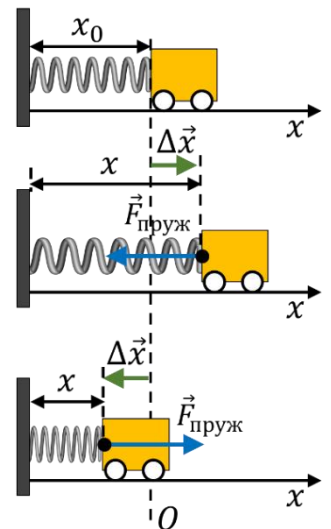
Закон Гука:

У разі малих пружних деформацій розтягнення або стиснення сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла:

$$\vec{F}_{\text{пруж}} = -k\Delta\vec{x}$$

k – жорсткість тіла (пружини)

Знак « $-$ » показує, що сила пружності завжди напрямлена в бік, протилежний напрямку зміщення ($\vec{F}_{\text{пруж}} \uparrow \downarrow \Delta\vec{x}$).



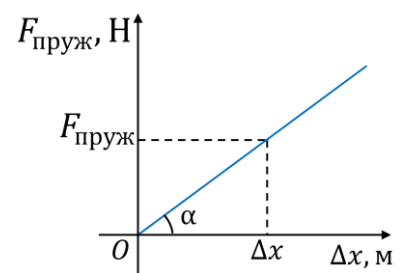
Наслідки із закону Гука:

1. Графік залежності проекції сили пружності від модуля видовження тіла – пряма, тангенс кута нахилу якої до осі абсцис дорівнює жорсткості тіла ($\tan \alpha = \frac{F_{\text{пруж}}}{\Delta x} = k$)

2. Одиниця жорсткості в СІ – **ньютон на метр** ($\frac{\text{Н}}{\text{м}}$)

3. Жорсткість – це характеристика тіла, тому вона не залежить ані від сили пружності, ані від видовження тіла.

4. Жорсткість залежить: від пружних властивостей матеріалу, з якого виготовлене тіло; від форми тіла та його розмірів.



3. Природа сил пружності

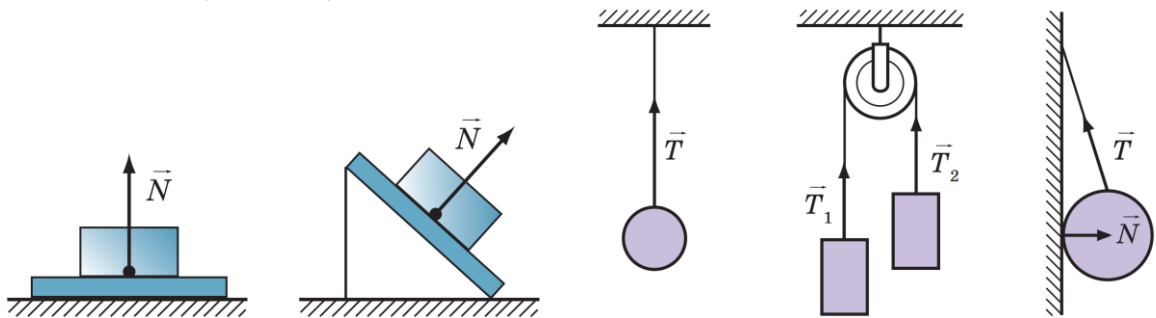
Всі тіла складаються з атомів (молекул, йонів), а ті, у свою чергу, – з ядра, яке має позитивний заряд, і електронної хмари, заряд якої негативний. Між зарядженими складниками частинок речовини існують сили електромагнітного притягання та відштовхування.

Якщо тіло не деформоване, сили притягання дорівнюють силам відштовхування. Під час деформації взаємне розташування частинок у тілі змінюється. Якщо відстань між частинками збільшується, то електромагнітні сили притягання стають більшими, ніж сили відштовхування, і частинки починають притягуватися одна до одної. Якщо відстань між частинками зменшується, то більшими стають сили відштовхування. Інакше кажучи, частинки речовини «прагнуть» повернутися до стану рівноваги. Таким чином, сила пружності – результат електромагнітної взаємодії частинок речовини.

4. Деякі види сил пружності

Сили пружності, які для позначення мають інші символи:

- сила нормальної реакції опори $\vec{N}$
- сила натягу підвісу $\vec{T}$



5. Вага тіла

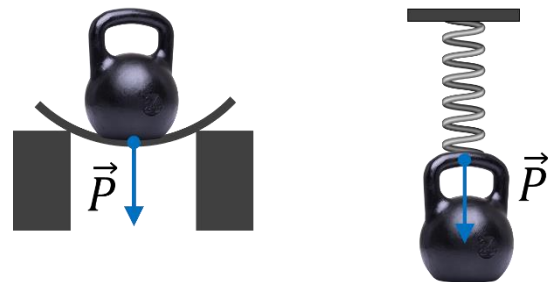
Вага тіла $\vec{P}$ – це сила пружності, з якою внаслідок притягання до Землі тіло діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс.

Вага прикладена до опори або підвісу.

У СІ одиниця ваги – **ньютон (Н)**

Якщо тіло перебуває у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху, то його вага за значенням дорівнює силі тяжіння й збігається з нею за напрямком.

$$\vec{P} = m\vec{g}$$



Вага тіла, що рухається з прискоренням:

1) Прискорення направлене вертикально вгору.

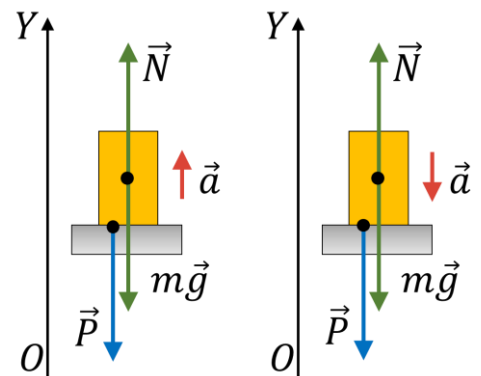
$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$OY: -mg + N = ma$$

$$N = m(g + a)$$

Відповідно до III закону Ньютона: $P = N$

$$P = m(g + a) > mg$$



2) Прискорення направлене вертикально вниз.

$$P = m(g - a) < mg$$

Проблемне питання

• Поясніть слова зі спогадів Ю. О. Гагаріна: «Я відчув, що якась нездоланна сила дедалі більше втискає мене в крісло. І хоч воно було розташоване так, щоб максимально зменшити вплив велетенської ваги, яка навалилася на моє тіло, було важко ворухнути рукою й ногою».

Перевантаження – це збільшення ваги тіла.

Коефіцієнт перенавантаження:

$$n = \frac{a}{g}$$

Проблемне питання

• Чи може вага дорівнювати нулю?

Стан невагомості – це стан тіла, за якого вага тіла дорівнює нулю.

У стані невагомості не тільки тіло не тисне на опору, але й окремі частини тіла не тиснуть одна на одну. Космонавт на орбіті (пригадайте: на орбіті космічний корабель рухається тільки під дією сили тяжіння) не відчуває своєї ваги, предмет, випущений з його рук, нікуди не падає. Причина цих явищ у тому, що сила тяжіння надає тілу, яке вільно падає, будь-якій його частині та усім предметам навколо однакового прискорення.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що таке деформація? У чому причина її виникнення?
 2. Які види деформацій ви знаєте?
 3. Які деформації називають пружними? пластичними? Наведіть приклади.
 4. Дайте визначення сили пружності. Як напрямлена ця сила?
 5. Сформулюйте закон Гука. Які межі його застосування?
 6. Від чого залежить жорсткість тіла? Яка її одиниця в СІ?
 7. Яку силу називають силою нормальної реакції опори? силою натягу підвісу?
- Як напрямлені ці сили?
8. Що таке вага? Чим вага тіла відрізняється від сили тяжіння?
 9. Що таке перевантаження? Що таке невагомість?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 15

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Сила тертя.

Мета Учбова: Формувати знання про природу, напрямок дії та спосіб визначення сили тертя, про роль сил тертя під час руху; формування вміння визначати коефіцієнт тертя.

заятття Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Сила тертя.</i> - <i>Види тертя.</i> - <i>Сила опору і середовища.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §13, № 13 (2,5)

Література

25. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
26. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
27. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Сила тертя

Сила тертя $\vec{F}_{\text{тертя}}$ – це сила, яка виникає під час руху чи спроби руху одного тіла по поверхні іншого чи під час руху тіла всередині рідкого чи газоподібного середовища.

Опір середовища або рідке (в'язке) тертя – це тертя між поверхнею твердого тіла та навколишнім рідким або газоподібним середовищем, у якому це тіло рухається.



Сухе тертя – це тертя між поверхнями двох дотичних твердих тіл.

Сила сухого тертя завжди напрямлена вздовж поверхні дотичних тіл протилежно швидкості їхнього відносного переміщення.

Відносно поверхні снігу та відносно повітря лижник рухається вправо, тому сила тертя $\vec{F}_{\text{тертя } 1}$ і сила опору $\vec{F}_{\text{оп}}$, які діють на лижника, напрямлені вліво.

Відносно лижника сніг рухається вліво, з боку лижника на сніг діє сила тертя $\vec{F}_{\text{тертя } 2}$, напрямлена вправо.

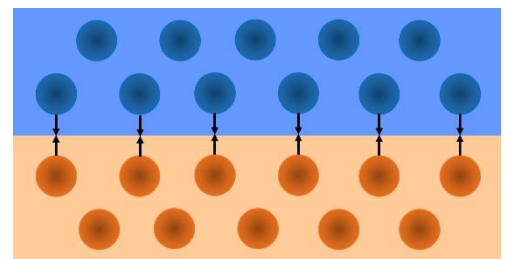
Проблемне питання

- Яка причина виникнення сухого тертя?

Причини виникнення сухого тертя:

- *Нерівність дотичних поверхонь.* Навіть гладенькі на вигляд поверхні тіл мають нерівності, горбики і подряпини. Коли одне тіло ковзає або намагається ковзати по поверхні другого, нерівності чіпляються одна за одну й деформуються. Виникають сили пружності, напрямлені в бік, протилежний деформації.

- *Взаємне притягування молекул дотичних поверхонь.* У деяких місцях виступи тіл щільно притиснуті один до одного – відстань між ними настільки мала, що діють сили міжмолекулярного притягання, у результаті чого деякі нерівності виявляються ніби «склеєними».



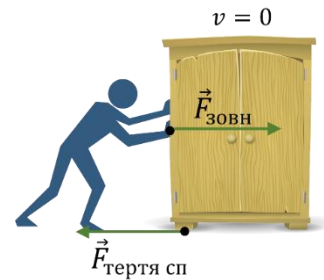
2. Види тертя

Розрізняють три види сухого тертя: *тертя спокою, тертя ковзання, тертя кочення.*

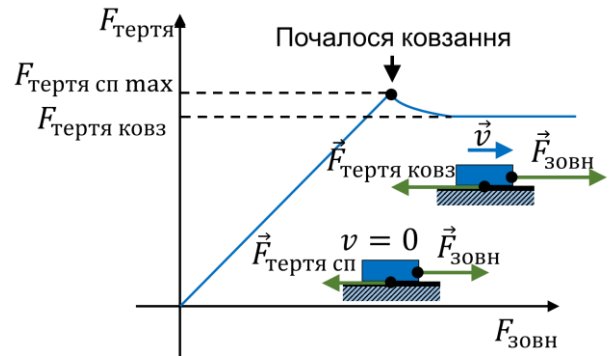
Сила тертя спокою $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$ – це сила тертя, яка виникає між дотичними поверхнями двох тіл і перешкоджає виникненню їх відносного руху.

Сила тертя спокою завжди дорівнює за модулем і протилежна за напрямком зовнішній силі, яка діє вздовж поверхні зіткнення тіл й намагається зрушити тіло з місця:

$$\vec{F}_{\text{тертя сп}} = -\vec{F}_{\text{зовн}}$$



У разі збільшення сили $\vec{F}_{\text{зовн}}$, що намагається зрушити тіло, збільшується й сила тертя спокою $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$. Коли зовнішня сила набуде певного значення і тіло ось-ось почне рух, сила тертя спокою стане максимальною. Коли сила тертя спокою сягає максимального значення $\vec{F}_{\text{тертя сп max}}$, тіло зрушує з місця (починає ковзання).

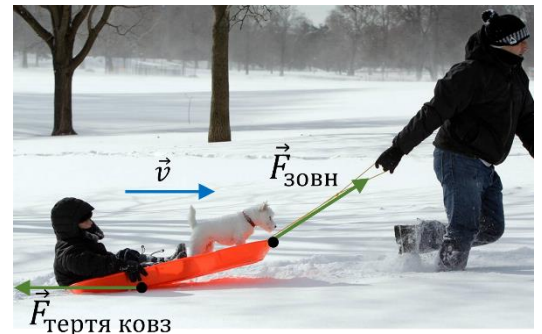


Проблемне питання

- Чи «корисна» сила тертя спокою?

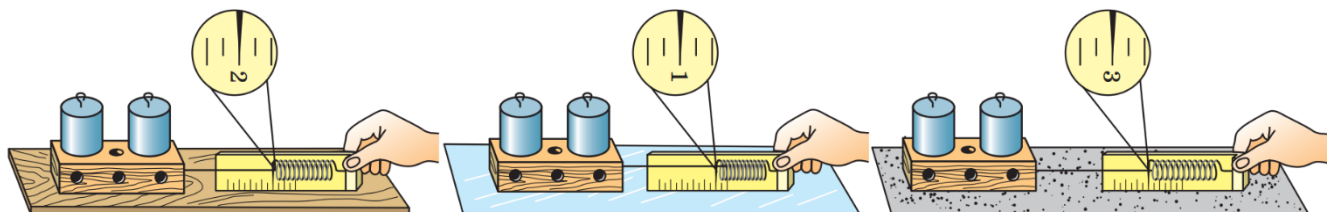
Дія сили тертя спокою є дуже «корисною»: завдяки їй ручки й олівці залишають слід на папері, речі не вислизають із рук, не розв'язуються вузли; ця сила утримує піщини в купі піску, важкі камені на схилі гори, коріння рослин у ґрунті. Шини автомобіля і ступні людини у момент дотику з поверхнею дороги намагаються по суті здійснити рух назад. У результаті виникає сила тертя спокою, напрямлена вперед, – *рушійна сила*.

Сила тертя ковзання $\vec{F}_{\text{тертя ковз}}$ – це сила, яка виникає в разі ковзання одного тіла по поверхні іншого і напрямлена протилежно напрямку відносної швидкості руху тіл.

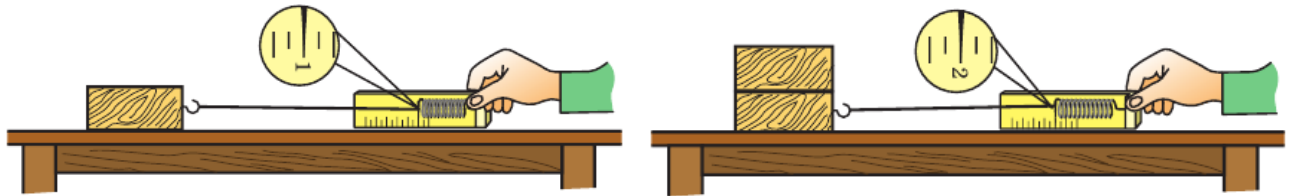


Проблемне питання

- Від чого залежить сила тертя ковзання?



Сила тертя ковзання залежить від властивостей дотичних поверхонь тіл.



Що більша сила притискає тіло до поверхні, то більша сила тертя виникає при цьому. *Сила тертя ковзання прямо пропорційна силі нормальної реакції опори.*

Закон Амонтона – Кулона:

Сила тертя ковзання не залежить від площі дотику тіл і прямо пропорційна силі N нормальної реакції опори:

$$F_{\text{тертя ковз}} = \mu N$$

N – сила реакції опори

μ – коефіцієнт тертя ковзання

Коефіцієнт тертя ковзання μ залежить від матеріалів, з яких виготовлені дотичні тіла, якості обробки їхніх поверхонь і наявності між ними сторонніх речовин.

Коефіцієнт тертя ковзання є величиною без одиниць.

$$\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N} \Rightarrow [\mu] = \frac{H}{H} = 1$$

Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання	Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання
Сталь по льоду	0,02	Папір (картон) по дереву	0,40
Сталь по сталі	0,20	Шкіра по чавуну	0,56
Дерево по дереву	0,25	Гума по бетону	0,75

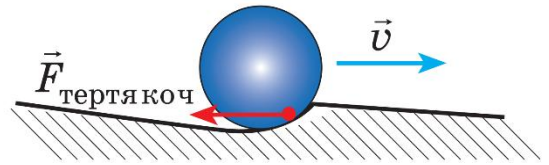
Проблемне питання

- Як зменшити силу тертя ковзання?

Силу тертя ковзання можна зменшити, змастивши дотичні поверхні. Тверде змащення змінює якість поверхні; рідке змащення віддаляє дотичні поверхні одну від одної – сухе тертя замінюється значно слабшим рідким тертям.

Тертя істотно зменшиться, якщо між дотичними поверхнями розташувати тверді катки, тобто ковзання замінити коченням. Досліди показують, що за однакових умов сила тертя кочення в десятки разів менша, ніж сила тертя ковзання.

Одна з причин виникнення сили тертя кочення полягає в тому, що поверхня, по якій рухається кулясте тіло (циліндр, колесо, куля), деформується, тому тіло весь час немов зачухується на невелику похилу площину.



Чим більша деформація поверхні, тим більший кут нахилу площини і тим більшою є сила тертя кочення. Саме тому *сила тертя кочення*:

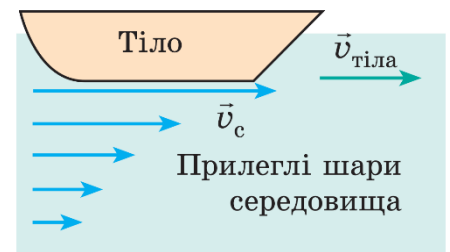
- зменшується зі збільшенням твердості поверхні, якою котиться тіло, та твердості матеріалу, з якого виготовлене тіло;
- збільшується зі збільшенням тиску тіла на поверхню;
- зменшується зі збільшенням радіуса тіла.

3. Сила опору середовища

Сила опору середовища (сила в'язкого тертя) $\vec{F}_{\text{оп}}$ – сила, яка виникає під час руху тіла всередині рідкого або газоподібного середовища.

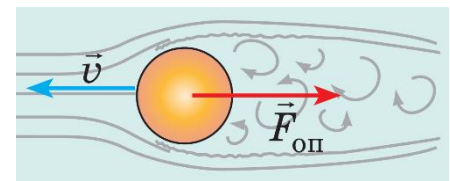
Причини виникнення в'язкого тертя:

1. *Ламінарне обтікання.* Якщо тверде тіло рухається всередині рідини або газу, то прилеглі шари середовища рухаються разом із тілом. Чим більшою є в'язкість середовища, тим більше його шарів залучаються до руху.

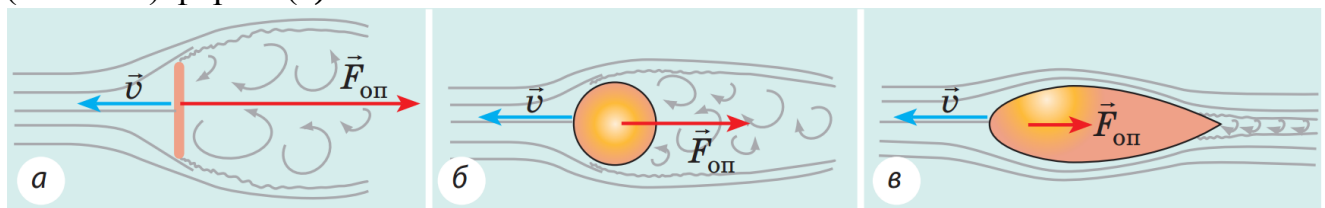


2. *Лобовий опір.* Частинки середовища зіштовхуються з тілом і сповільнюють його рух.

3. *Вихрове обтікання.* Якщо тіло рухається з великою швидкістю, то ламінарне обтікання переходить у вихрове: безпосередньо за тілом утворюється зона зменшеного тиску, і тіло ніби втягується в цю зону, сповільнюючи свій рух.

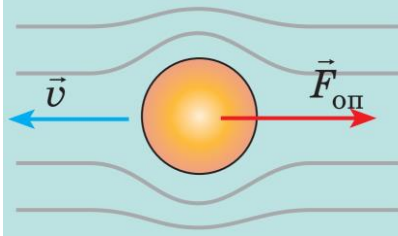
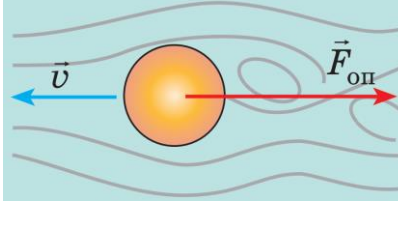
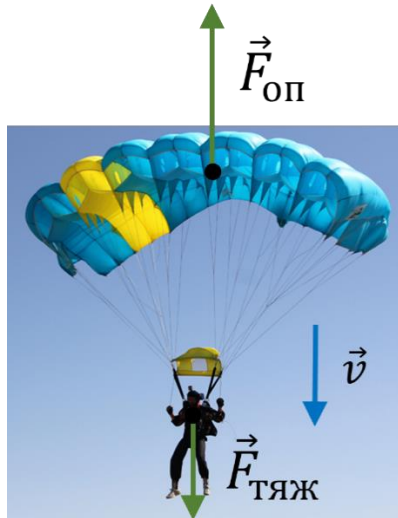


Сила опору середовища суттєво залежить від форми тіла. За однакових умов найбільша сила опору діє на шайбу (а), найменша – на тіло краплеподібної (обтічної) форми (в).



Сила опору середовища збільшується

1) зі збільшенням швидкості v руху тіла; при цьому: • якщо $v < v_k$, то $F_{\text{оп}} \sim v$	2) зі збільшенням площі поперечного перерізу тіла Наприклад, під час падіння парашутист набирає значну швидкість, проте відразу	3) зі збільшенням густини та в'язкості середовища, за певних змін якості поверхні: • збільшення густини середовища збільшує лобовий опір;
---	--	--

 • якщо $v > v_k$, то $F_{оп} \sim v^2$  v_k – критична швидкість – швидкість руху тіла, за якої ламінарне обтікання перетворюється на вихрове	після розкриття парашута сила опору повітря різко збільшується і парашутист починає гальмувати. 	• збільшення в'язкості середовища та певні нерівності поверхні тіла сприяють залученню до руху більше прилеглих шарів середовища
---	---	---

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення сили тертя.
 2. Які види тертя ви знаєте?
 3. Якими є причини виникнення сухого тертя? рідкого тертя?
 4. Чому силу тертя спокою називають рушійною силою?
 5. Дайте означення сили тертя ковзання. Як вона напрямлена і за якою формулою її обчислюють?
 6. Як можна зменшити (збільшити) силу тертя? Наведіть приклади.
 7. Від яких факторів залежить сила опору середовища? Наведіть приклади.
- Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 16

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Рівновага тіл. Момент сили.

Мета заняття *Учбова:* Формувати уявлення про умови рівноваги тіл у разі відсутності обертання, знання про умови рівноваги тіл, які мають обертання та уявлення про умови стійкої рівноваги тіл під дією сили тяжіння.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Рівновага тіла.</i> - <i>Центр мас тіла.</i> - <i>Момент сили.</i> - <i>Умови рівноваги тіла</i> - <i>Види рівноваги</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §14, № 13 (3,4)

Література

28. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
29. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
30. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Рівновага тіла

Статика – це розділ механіки, у якому вивчаються умови рівноваги тіл або системи тіл.

Рівновага тіла – це збереження стану руху або стану спокою тіла з плином часу.

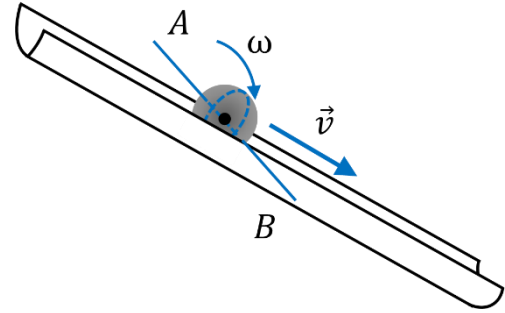
Проблемне питання

- Що означає збереження стану руху?

Поступальний рух – рух тіла, за якого всі точки тіла рухаються однаково.

Обертальний рух – рух тіла, за якого всі точки тіла рухаються по колах, центри яких розташовані на одній прямій лінії – на осі обертання.

Кулька зберігатиме стан руху – перебуватиме в рівновазі, якщо швидкості її поступального та обертального рухів залишатимуться незмінними.



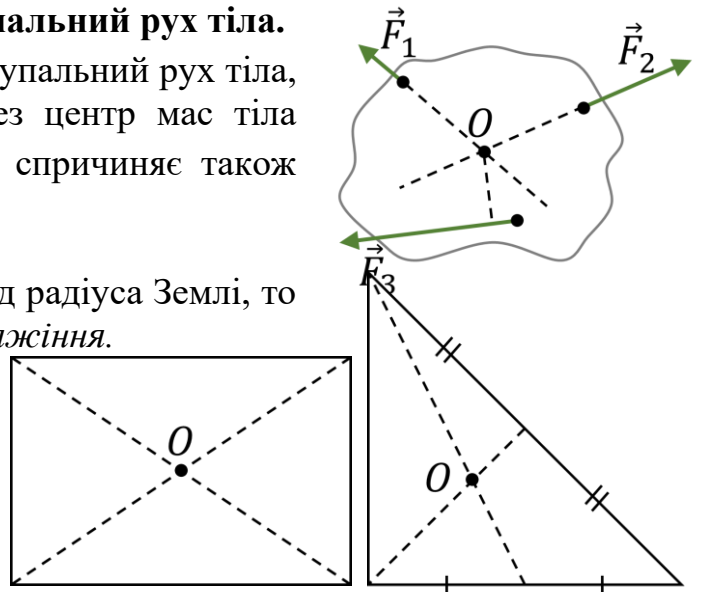
2. Центр мас тіла

Центр мас тіла – це точка перетину прямих, уздовж яких напрямлені сили, кожна з яких спричиняє тільки поступальний рух тіла.

Сили $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ спричиняють тільки поступальний рух тіла, адже лінії дії цих сил проходять через центр мас тіла (точка O); сила $\vec{F}_3$ крім поступального спричиняє також обертальний рух тіла.

Якщо розміри тіла набагато менші від радіуса Землі, то центр мас тіла збігається з центром тяжіння.

Нагадаємо: центр тяжіння симетричних фігур розташований у їх геометричному центрі; центр тяжіння трикутника – у точці перетину його медіан.



3. Момент сили

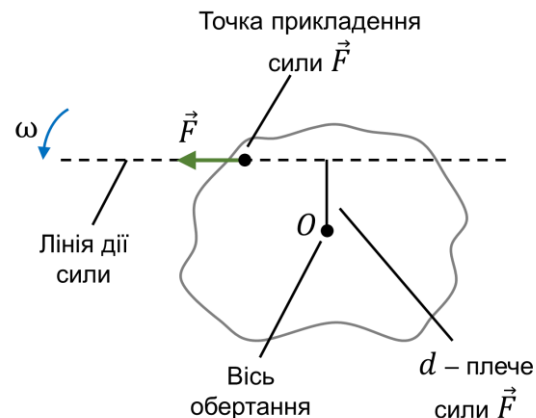
Плече d сили $\vec{F}$ – це найменша відстань від осі обертання тіла до лінії, вздовж якої діє сила $\vec{F}$.

Момент сили M – це фізична величина, що дорівнює добутку модуля сили F , яка діє на тіло, на плече d цієї сили:

$$M = Fd$$

Одиниця моменту сили в СІ – ньютон-метр:

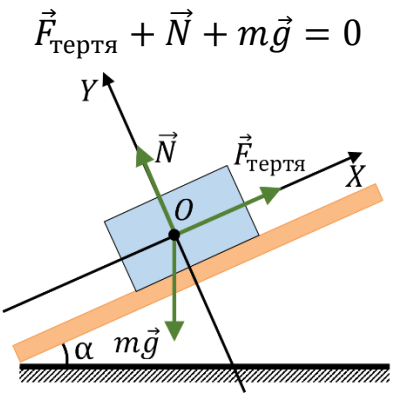
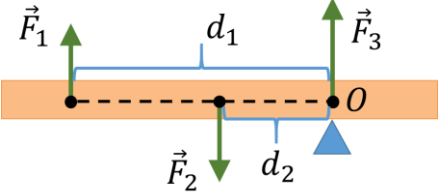
$$[M] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



Якщо сила обертає (або намагається обертати) тіло *проти* ходу годинникової стрілки – момент такої сили прийнято вважати *додатним*.

Якщо сила обертає (або намагається обертати) тіло *за* ходом годинникової стрілки, то момент такої сили вважають *від'ємним*.

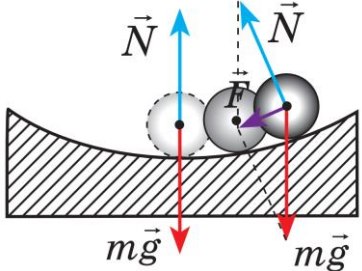
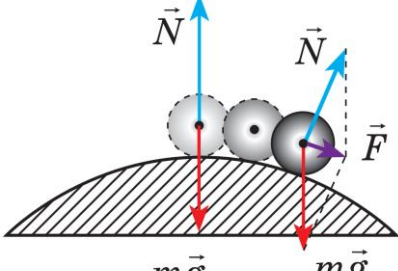
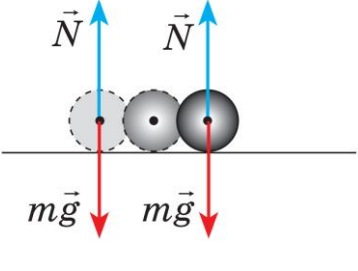
4. Умови рівноваги тіла

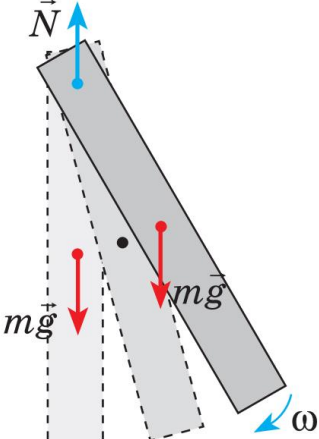
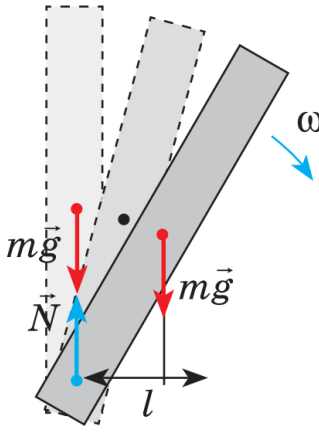
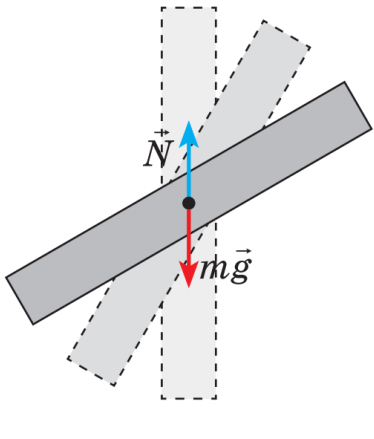
Якщо тіло може рухатися тільки поступально (не може обертатися), то відповідно до закону інерції таке тіло перебуває в рівновазі, якщо рівнодійна сил, прикладених до тіла, дорівнює нулю: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$	Якщо тіло може тільки обертатися (має нерухому вісь обертання), то відповідно до правила моментів таке тіло перебуває в рівновазі, якщо алгебраїчна сума моментів сил, що діють на тіло, дорівнює нулю: $M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$
Приклад. Розташоване на похилій площині тіло перебуває у стані рівноваги, якщо сили, що діють на нього, скомпенсовані: $\vec{F}_{\text{тертя}} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$ 	Приклад. Важіль перебуває в рівновазі, якщо сума моментів сил, що діють на нього, дорівнює нулю: $M_1 + M_2 + M_3 = 0$ $M_1 = -F_1 d_1$ сила $\vec{F}_1$ повертає важіль за ходом годинникової стрілки. $M_2 = F_2 d_2$ сила $\vec{F}_2$ повертає важіль проти ходу годинникової стрілки); $M_3 = 0$ (оскільки $d_3 = 0$). 
Якщо тіло може рухатися поступально, а також обертатися навколо деякої осі, то це тіло перебуватиме в рівновазі, якщо дотримано обох умов рівноваги: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \qquad M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$	

5. Види рівноваги

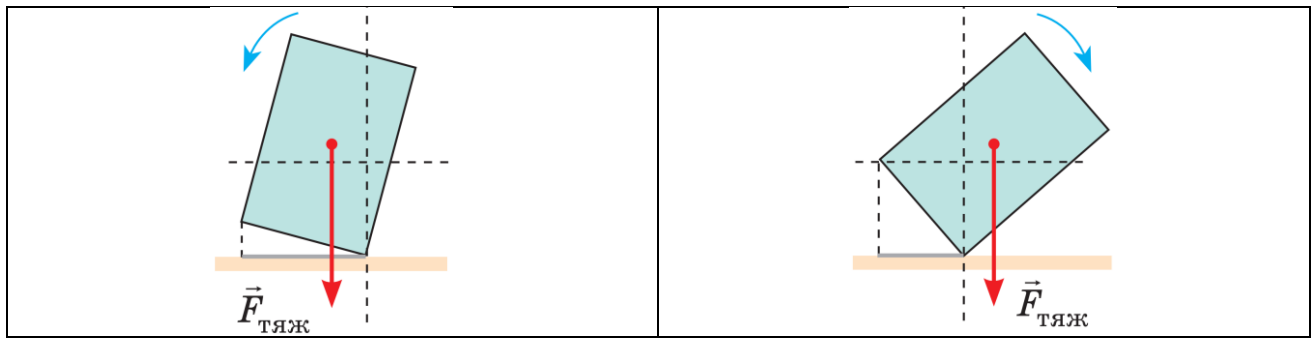
Розрізняють три види рівноваги тіл:

- *стійка рівновага* – у разі відхилення тіло повертається в початкове положення.
- *нестійка рівновага* – у разі відхилення тіло ще більше віддаляється від початкового положення;
- *байдужа рівновага* – у разі відхилення тіло залишається у своєму новому положенні.

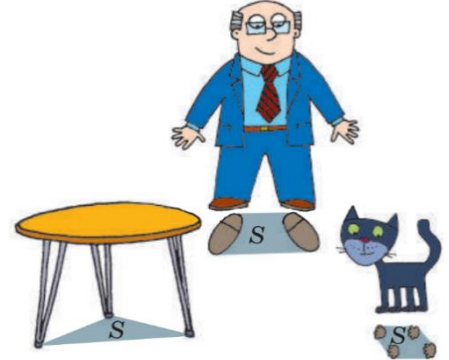
Тіло на гладенькій поверхні		
Стойка рівновага	Нестойка рівновага	Байдужа рівновага
Рівнодійна повертає тіло в положення рівноваги	Рівнодійна віддаляє тіло від положення рівноваги	Рівнодійна дорівнює нулю
		

Тіло, що має горизонтальну «вісь» обертання		
Стойка рівновага	Нестойка рівновага	Байдужа рівновага
Вісь обертання знаходиться вище від центра тяжіння	Вісь обертання знаходиться нижче за центр тяжіння	Вісь обертання проходить через центр тяжіння
		

Тіло на опорі	
Рівновага	Тіло перекидається
Вертикаль, яка проходить через центр тяжіння, не виходить за межі площі опори	Вертикаль, яка проходить через центр тяжіння, виходить за межі площі опори



Зверніть увагу: Площею опори вважають площу фігури, що охоплює всі точки, на які спирається тіло.



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що називають рівновагою тіла?
2. Дайте означення центра мас.
3. Охарактеризуйте момент сили як фізичну величину.
4. За яких умов тіло перебуває в рівновазі?
5. Яку рівновагу тіл називають стійкою? нестійкою? байдужою?
6. Коли тіло, що спирається на горизонтальну площину, перебуває у стані стійкої рівноваги?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 17

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема	Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність
Мета заняття	Учбова: Формувати знання про роботу сили та про кінетичну енергію; формувати уявлення про потужність як характеристику роботи машин, двигунів, механізмів. Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Механічна робота.</i> - <i>Кінетична енергія.</i> - <i>Потужність</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §15, № 15 (2, 5)

Література

31. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
32. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
33. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Механічна робота

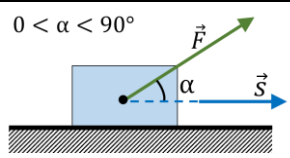
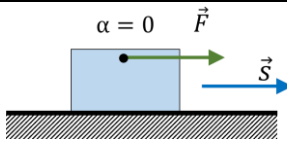
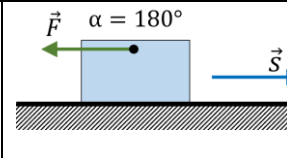
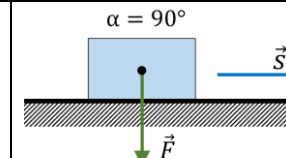
Механічна робота (робота сили) A – це фізична величина, яка характеризує зміну механічного стану тіла й дорівнює добутку модуля сили F , модуля переміщення s і косинуса кута α між вектором сили та вектором переміщення:

$$A = Fs \cos \alpha$$

Одиниця роботи в СІ – джоуль:

$$[A] = 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

1 Дж дорівнює механічній роботі, яку виконує сила 1 Н, переміщуючи тіло на 1 м у напрямку дії цієї сили.

Робота додатна $A > 0$	Робота від'ємна $A < 0$	Робота дорівнює нулю $A = 0$	
$0 < \alpha < 90^\circ$ 	$\alpha = 0$ 	$\alpha = 180^\circ$ 	$\alpha = 90^\circ$ 
$A = Fs \cos \alpha$ $\cos \alpha > 0$	$A = Fs$ $\cos \alpha = 1$	$A = -Fs$ $\cos \alpha = -1$	$A = 0$ $\cos \alpha = 0$

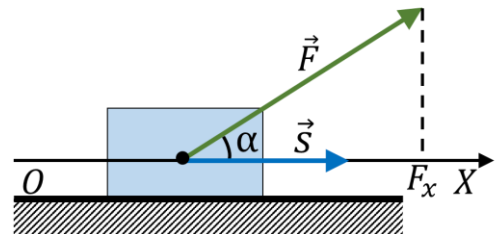
2. Геометричний зміст роботи сили

Проблемне питання

- Яким є геометричний зміст роботи сили?

Із рисунка бачимо:

$$F_x = F \cos \alpha \quad \Rightarrow \quad A = F_x s$$

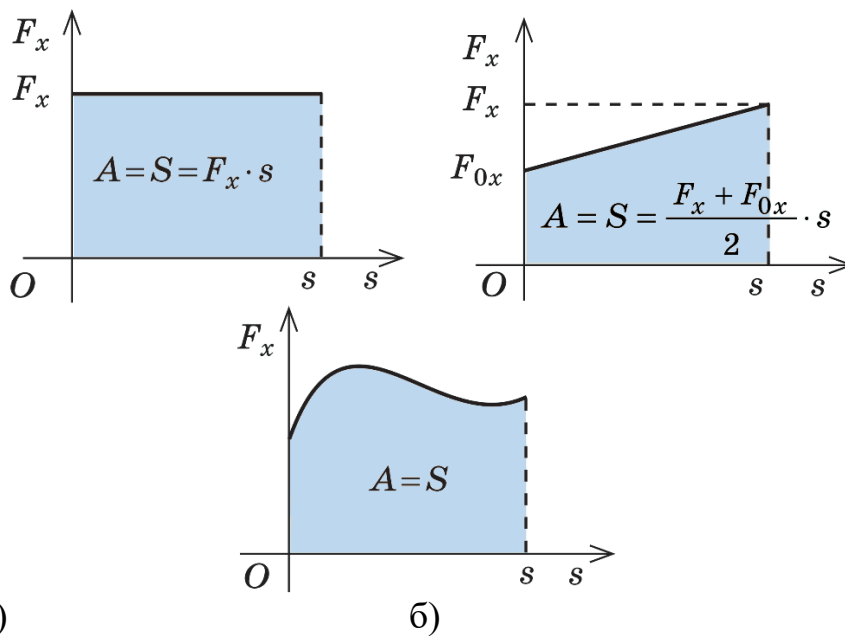


Побудуємо графік $F_x(s)$ – залежності проекції сили від модуля переміщення.

Якщо сила, яка діє на тіло, є незмінною, графік цієї залежності являє собою відрізок прямої, паралельної осі переміщення (рис. а).

Геометричний зміст роботи сили: робота сили чисельно дорівнює площі фігури під графіком залежності проекції сили від модуля переміщення

Це твердження поширюється й на випадки, коли сила змінюється (рис. б, в).

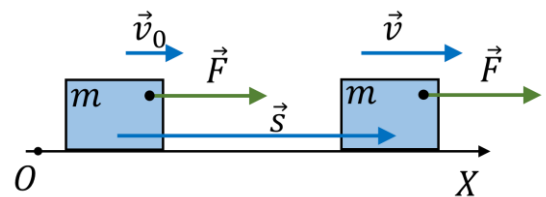


3. Кінетична енергія тіла

$$A = F s \cos \alpha$$

$$\vec{F} \uparrow \uparrow \vec{s} \Rightarrow \alpha = 0 \quad \cos \alpha = 1$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad F = ma$$



$$A = ma \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$$

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

Кінетична енергія – це фізична величина, яка характеризує механічний стан рухомого тіла і дорівнює половині добутку маси m тіла на квадрат швидкості v його руху:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Теорема про кінетичну енергію: робота рівнодійної всіх сил, які діють на тіло, дорівнює зміні кінетичної енергії тіла:

$$A = E_k - E_{k0} = \Delta E_k$$

4. Потужність

Проблемне питання

- Як охарактеризувати швидкість виконання роботи?

Потужність P (або N) – це фізична величина, яка характеризує швидкість виконання роботи й дорівнює відношенню роботи A до інтервалу часу t , за який цю роботу виконано:

$$P = \frac{A}{t}$$

Одиниця потужності в СІ – **ват**:

$$[P] = 1 \text{ Вт} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

Проблемне питання

- Як визначити потужність транспортного засобу?

Потужність транспортного засобу, наприклад, автомобіля, зручно виражати не через роботу й час, а через силу й швидкість.

$$P = \frac{A}{t} = \frac{Fs}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = Fv$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення механічної роботи. Яка її одиниця в СІ?
2. У яких випадках значення роботи сили додатне? від'ємне? дорівнює нулю?
3. Яким є геометричний зміст роботи сили?
4. Дайте означення кінетичної енергії.
5. Доведіть теорему про кінетичну енергію.
6. Сформулюйте означення потужності. Яка її одиниця в СІ? Як обчислити потужність у даний момент часу?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 18

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема	Потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії
Мета заняття	Учбова: Формувати уявлення про енергію як одну з основних характеристик матерії та загальну міру її руху; про потенціальну енергію як енергію взаємодії тіл; зв'язок між потенціальною енергією та роботою сили тяжіння або сили пружності; збереження та взаємне перетворення потенціальної й кінетичної енергій у механічних процесах. Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.
Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН	
1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник. 2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.	
Час – 2 години	

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Потенціальна енергія.</i> - <i>Закон збереження механічної енергії</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §16, № 16 (3, 5)

Література

34. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
35. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
36. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

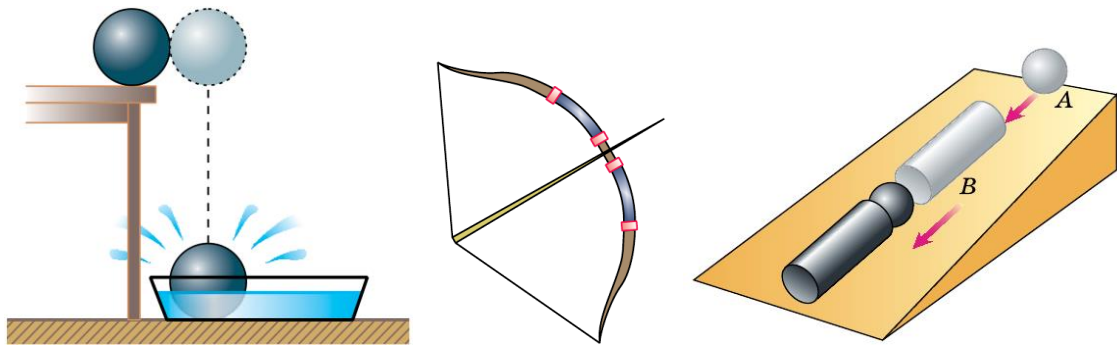
1. Потенціальна енергія

Розглянемо приклади.

Приклад 1. Піднятий над землею нерухомий вантаж не виконує роботи, але якщо цей вантаж упаде, то він виконає роботу (наприклад, може розколоти горіх).

Приклад 2. Натягнута тятєва лука може виконати роботу з переміщення стріли.

Приклад 3. Здатність виконувати роботу має і всяке рухоме тіло. Так, стальна кулька, яка скотилася з похилої площини, ударившись об циліндр, переміщує його на деяку відстань. При цьому виконується робота.



Механічна енергія E – це фізична величина, яка характеризує здатність тіла (системи тіл) виконати роботу.

Одиниця енергії в СІ (як і роботи) – джоуль
 $[E] = 1 \text{ Дж}$

Потенціальна енергія E_p – це енергія, яку має тіло внаслідок взаємодії з іншими тілами або внаслідок взаємодії частин тіла між собою.

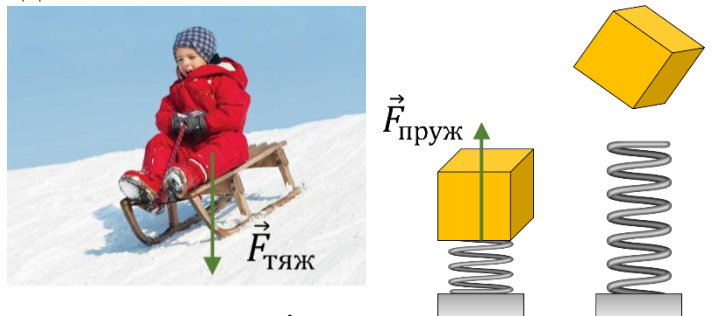
Проблемні питання

І хлопчик внаслідок взаємодії із Землею, і стиснена пружина внаслідок взаємодії її витків мають потенціальну енергію.

- Як обчислити роботу сили тяжіння, адже гірка нерівна й тому протягом усього часу руху кут між напрямком сили тяжіння і напрямком переміщення змінюватиметься?

- Як обчислити роботу сили пружності, адже під час дії пружини на цеглину ця сила безперервно зменшується?

Робота цих сил не залежить від форми траєкторії.



Консервативні (потенціальні) сили – це сили, робота яких не залежить від форми траєкторії, а визначається тільки початковим і кінцевим механічними станами тіла (системи тіл).

2. Потенціальна енергія піднятого тіла

Доведемо, що сила тяжіння є консервативною силою.

Випадок 1. Нехай траєкторія руху тіла – «сходінка». Спочатку тіло падає з деякої висоти h_0 до висоти h і сила тяжіння виконує роботу A_1 , потім тіло рухається горизонтально і сила тяжіння виконує роботу A_2 . Робота – величина адитивна, тому загальна робота $A = A_1 + A_2$.

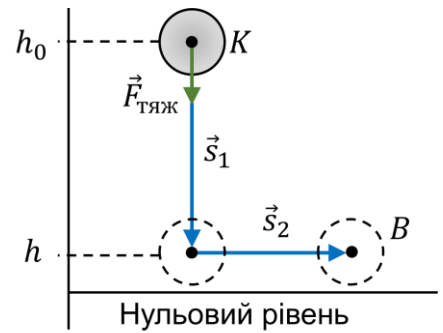
$$A_1 = F_{\text{тяж}} s_1 \cos \alpha$$

$$F_{\text{тяж}} = mg, \quad s_1 = h_0 - h, \quad \cos \alpha = 1 \quad (\alpha = 0)$$

$$A_1 = mg(h_0 - h) = mgh_0 - mgh$$

$$A_2 = 0 \quad (\text{сила тяжіння перпендикулярна до переміщення тіла})$$

$$A = mgh_0 - mgh$$

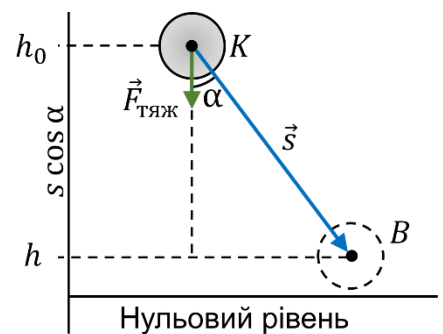


Випадок 2. Нехай тіло переміщується з точки K у точку B , зісковзуючи похилою площиною. У цьому випадку робота сили тяжіння становить:

$$A = mgs \cos \alpha = mg(h_0 - h) = mgh_0 - mgh$$

Той самий результат отримаємо й для випадків переміщення тіла довільною траєкторією.

Робота сили тяжіння не залежить від траєкторії руху тіла, тобто сила тяжіння – консервативна сила.

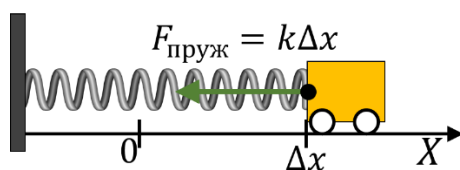
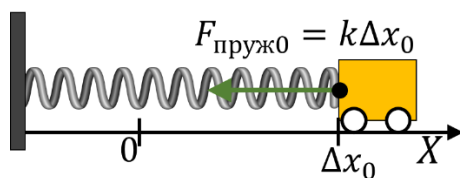


Потенціальна енергія піднятого тіла:

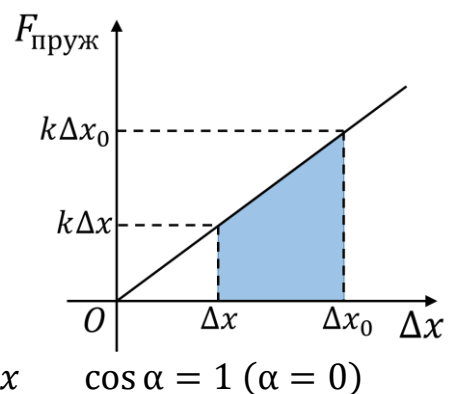
$$E_p = mgh$$

3. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла

Визначимо роботу, яку виконає сила пружності під час зменшення видовження пружини від Δx_0 до Δx . Для цього скористаємося геометричним змістом механічної роботи:



$$A = F_{\text{пруж.сер}} s \cos \alpha \quad s = \Delta x_0 - \Delta x$$



$$F_{\text{пруж.сер}} = \frac{k\Delta x_0 + k\Delta x}{2} = \frac{k}{2}(\Delta x_0 + \Delta x)$$

$$A = \frac{k}{2}(\Delta x_0 + \Delta x)(\Delta x_0 - \Delta x) = \frac{k\Delta x_0^2}{2} - \frac{k\Delta x^2}{2}$$

Робота сили пружності визначається тільки початковим і кінцевим станами пружини, тобто сила пружності – консервативна сила.

Потенціальна енергія пружно деформованого тіла:

$$E_p = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

Теорема про потенціальну енергію: робота всіх консервативних сил, які діють на тіло, дорівнює зміні потенціальної енергії тіла, взятій із протилежним знаком: $A = E_{p0} - E_p = -(E_p - E_{p0}) = -\Delta E_p$

4. Закон збереження повної механічної енергії

Повна механічна енергія системи тіл – це сума кінетичної і потенціальної енергій системи: $E = E_k + E_p$

Розглянемо замкнену систему тіл, які взаємодіють одне з одним тільки консервативними силами (силами тяжіння або силами пружності).

$$A = E_k - E_{k0} \quad A = E_{p0} - E_p \quad \Rightarrow \quad E_{p0} + E_{k0} = E_p + E_k$$

Закон збереження повної механічної енергії:

У замкненій системі тіл, які взаємодіють тільки консервативними силами, повна механічна енергія залишається незмінною (зберігається):

$$E_{p0} + E_{k0} = E_p + E_k$$

Проблемне питання

- Чи підскочить камінь, який упав із гори, на ту саму висоту, з якої впав?
- Чи дорівнюватиме швидкість руху легкоатлета в момент приземлення тій, що була на початку стрибка?
- Чи зберігається енергія, якщо в системі є тертя?

Річ у тім, що закон збереження повної механічної енергії виконується тільки в тому випадку, якщо в системі відсутнє тертя.

Сила тертя завжди напрямлена проти руху тіла, тому під час руху вона виконує від'ємну роботу, при цьому повна механічна енергія системи зменшується:

$$A_{\text{тертя}} = E - E_0 = \Delta E$$

$A_{\text{тертя}}$ – робота сили тертя

E – повна механічна енергія системи наприкінці спостереження

E_0 – повна механічна енергія системи на початку спостереження

Проблемне питання

- Чи означає це, що в разі наявності тертя або в разі непружної деформації повна енергія безслідно зникає?

Внаслідок тертя, і внаслідок непружного удару температура тіл, що взаємодіють, збільшується, тобто збільшується їх внутрішня енергія. Отже, кінетична енергія не зникає, а перетворюється на внутрішню енергію.

Енергія нікуди не зникає й нізвідки не з'являється: вона лише перетворюється з одного виду на інший, передається від одного тіла до іншого.

5. Учимося розв'язувати задачі

Алгоритм розв'язування задач із застосуванням закону збереження механічної енергії

1. Уважно прочитайте умову задачі. З'ясуйте, чи є система замкненою, чи можна знехтувати дією сил опору. Запишіть коротку умову задачі.

2. Виконайте пояснювальний рисунок, на якому зазначте нульовий рівень, початковий та кінцевий стан тіла (системи тіл).

3. Запишіть закон збереження і перетворення механічної енергії. Конкретизуйте цей запис, скориставшись даними, наведеними в умові задачі, та відповідними формулами для визначення енергії.

4. Розв'яжіть отримане рівняння відносно невідомої величини. Перевірте її одиницю та визначте числове значення.

5. Проаналізуйте результат, запишіть відповідь.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення механічної енергії; потенціальної енергії.

2. Доведіть, що робота сили тяжіння не залежить від форми траєкторії.

3. За якою формулою визначають потенціальну енергію пружно деформованого тіла?

4. У чому полягає принцип мінімуму потенціальної енергії? Наведіть приклади на його підтвердження.

5. За яких умов виконується закон збереження повної механічної енергії?

6. Наведіть приклади, коли повна механічна енергія не зберігається. Що можна сказати про повну енергію системи?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 19

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Імпульс тіла. Реактивний рух. Пружне та непружне зіткнення.*

Мета заняття *Учбова:* Формувати поняття імпульсу тіла та імпульсу сили; формувати знання про реактивний рух як прояв закону збереження імпульсу, використання реактивної техніки в освоєнні космічного простору; формувати знання про закон збереження імпульсу та межі його застосування.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Імпульс тіла.</i> - <i>Реактивний рух</i> - <i>. Пружне та непружне зіткнення.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §17, № 17 (2 (рис. 2, 3))

Література

37. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл

38. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. –303 с
39. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Імпульс тіла

Імпульс тіла $\vec{p}$ – це векторна фізична величина, яка дорівнює добутку маси m тіла на швидкість $\vec{v}$ його руху:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Одиниця імпульсу тіла в СІ – кілограм-метр за секунду:

$$[p] = 1 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Формула для визначення прискорення: $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$

Другий закон Ньютона: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

$$\frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad \Rightarrow \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad \text{або} \quad \vec{F}t = \vec{p} - \vec{p}_0$$

Величину $\vec{F}t$ називають **імпульсом сили**.

Імпульс сили дорівнює зміні імпульсу тіла:

$$\vec{F}t = \Delta\vec{p}$$

2. Закон збереження імпульсу

Система тіл – це декілька тіл, що взаємодіють одне з одним.

Внутрішні сили системи – це сили, які характеризують взаємодію тіл системи між собою.

Замкнена система тіл (ізолювана) – це така система тіл, на яку не діють зовнішні сили, а будь-які зміни стану системи є результатом дії внутрішніх сил.

Закон збереження імпульсу:

У замкненій системі тіл векторна сума імпульсів тіл до взаємодії дорівнює векторній сумі імпульсів тіл після взаємодії:

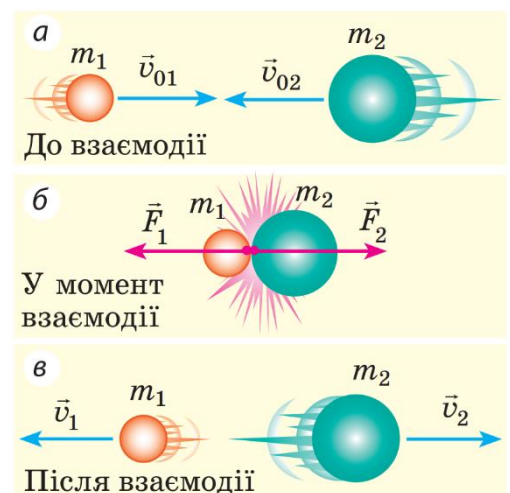
$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} + \dots + \vec{p}_{0n} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

n – кількість тіл системи

$$m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} + \dots + m_n\vec{v}_{0n} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots + m_n\vec{v}_n$$

n – кількість тіл системи

Розглянемо два приклади застосування цього закону: реактивний рух і зіткнення тіл.



3. Реактивний рух

Реактивний рух – це рух, що виникає внаслідок відділення з деякою швидкістю від тіла якоїсь його частини.



Проблемне питання

- Де зустрічається реактивний рух у нашому житті?

Завдяки реактивному руху пересуваються багато мешканців морів і океанів; «шалений огірок» (огірок-пирскач) може подолати відстань до 12 м, розсіюючи по дорозі насіння.

Його широко використовують у техніці: найпростіші поливні системи, автомобілі на реактивній тязі, катери з водометними двигунами, реактивні літаки

Ракета – літальний апарат, який переміщується в просторі завдяки реактивній тязі, що виникає внаслідок відкидання ракетою частини власної маси.

Проблемне питання

- Що є відокремлюваною частиною ракети?

Відокремлюваною частиною ракети є струмінь гарячого газу, який утворюється в ході згоряння палива. Коли газовий струмінь із величезною швидкістю викидається із сопла ракети, то оболонка ракети одержує потужний імпульс, направлений у бік, протилежний швидкості руху струменя.



Уявімо неймовірний варіант: у момент старту все паливо ракети згоряє відразу.

Оскільки до старту ракета перебуває у спокої, то закон збереження імпульсу після згоряння палива виглядав би так:

$$0 = m_{об}\vec{v}_{об} + m_{газу}\vec{v}_{газу} \quad \vec{v}_{об} = -\frac{m_{газу}\vec{v}_{газу}}{m_{об}}$$

Проблемне питання

- Чи може одноступенева ракета покинути Землю?

Якби паливо ракети згоряло миттєво, а руху ракети нічого не заважало б, то швидкість, набрана ракетою, була б достатньою для того, щоб вивести ракету на орбіту Землі.

Однак у реальності паливо згоряє поступово, а на рух ракети помітно впливає опір повітря. Розрахунки показують, що для досягнення необхідної швидкості маса палива має у 200 разів перевищувати масу оболонки, а це неможливо реалізувати технічно.

- Як технічно вирішити дану проблему?

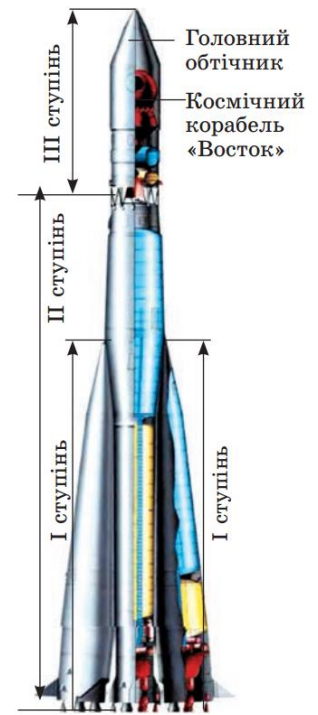
Це можливо тільки за допомогою багатоступневих ракет: у таких ракетах ступені зі спорожнілими паливними резервуарами відкидаються в польоті (потім вони згоряють в атмосфері через тертя об повітря).

При цьому маса ракети зменшується, відповідно збільшується швидкість її руху. Зазначимо, що всі ракетно-носії космічних апаратів, як найперші, так і ті, що використовуються зараз, є багатоступневими.

12 квітня 1961 р. ракета-носіє «Восток» вивела на орбіту космічний корабель «Восток», на борту якого був перший у світі космонавт Ю. О. Гагарін

Цей політ був здійснений за ініціативою та під керівництвом видатного конструктора С. П. Корольова (1907–1966), уродженця м. Житомира.

21 липня 1969 р. американські астронавти Ніл Армстронг і Базз Олдрін уперше висадилися на Місяці.



4. Пружне і непружне зіткнення

Зіткнення – це короткочасна взаємодія тіл, у ході якої тіла безпосередньо торкаються одне одного.

Якщо після зіткнення сумарна кінетична енергія тіл зберігається ($E_0 = E$), таке зіткнення називають **пружним ударом**.

Якщо після зіткнення частина кінетичної енергії перетворюється на внутрішню енергію ($E_0 > E$) (витрачається на деформацію та нагрівання тіл), таке зіткнення називають **непружним ударом**.

Абсолютно непружне зіткнення – це зіткнення тіл, у результаті якого форма тіл не відновлюється і тіла після взаємодії рухаються як одне ціле.

Абсолютно пружне зіткнення – це зіткнення тіл, у результаті якого повністю відновлюється форма та розміри тіл, що взаємодіють.

Центральне зіткнення – це зіткнення при якому швидкості руху тіл до і після зіткнення (пружного чи непружного) напрямлені вздовж прямої, що проходить через центри мас цих тіл.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Охарактеризуйте імпульс тіла як фізичну величину.
2. Сформулюйте другий закон Ньютона в імпульсному вигляді.
3. Сформулюйте та запишіть закон збереження імпульсу.
4. Який рух називають реактивним? Наведіть приклади.
5. Чому для запуску з поверхні Землі космічних кораблів використовують багатоступеневі ракети?
6. Яке зіткнення називають непружним? Абсолютно непружним? пружним? центральним? Наведіть приклади.

7. Яким є результат пружного центрального зіткнення тіл однакової маси?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 20

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Рух рідини та газу. Підймальна сила крила

Мета заняття *Учбова:* Формувати уявлення про закономірності руху рідини та газу в трубах різного перерізу, знання про закон Бернуллі та підйомну силу крила.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Рух рідини та газу.</i> - <i>Підймальна сила крила</i>
4 Заклучна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В.

Література

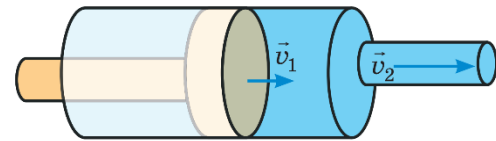
40. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
41. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
42. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Рух рідини та газу

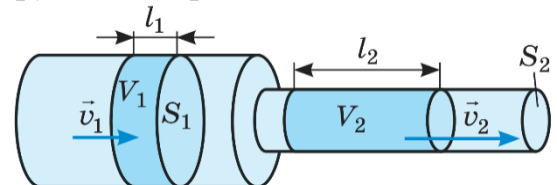
Проведемо дослід

Візьмемо горизонтальну трубку, яка має різні поперечні перерізи та поршень (можна взяти шприц без голки). Наповнимо трубку водою і переміщуватимемо поршень із деякою незмінною швидкістю.



Чим менша площа перерізу трубки, тим швидше рухається рідина: $v_2 > v_1$

Розглянемо *стаціонарний потік ідеальної нестисливої рідини*, тобто потік, в кожній точці якого швидкість руху рідини не змінюється з часом, а сили тертя нехтовно малі.



Якщо рідина нестислива, а потік стаціонарний, то об'єми V_1 і V_2 рідини, що протікає через перерізи S_1 і S_2 за певний інтервал часу t , є однаковими: $V_1 = V_2$

$$V_1 = S_1 \cdot l_1 = S_1 \cdot v_1 t \quad V_2 = S_2 \cdot l_2 = S_2 \cdot v_2 t$$

$$S_1 \cdot v_1 t = S_2 \cdot v_2 t$$

Рівняння нерозривності струменя: $S_1 v_1 = S_2 v_2$

Чим менша площа перерізу, тим швидше рухається рідина.

2. Закон Бернуллі

Проблемне питання

- Як тиск усередині рідини залежить від швидкості її руху?

Швидкість течії в місці переходу з широкої частини труби у вузьку збільшується, тобто рідина прискорює свій рух. Наявність прискорення означає, що під час переходу на рідину діє деяка сила. Ця сила виникає внаслідок різниці

тисків, тобто *тиск рідини в широкій частині труби (де швидкість течії менша) є більшим за тиск рідини у вузькій частині труби (де швидкість течії більша)*.

Першим цього висновку дійшов швейцарський фізик і математик Даніель Бернуллі (1700–1782), який установив закон, що стосується будь-якого стаціонарного потоку рідини

Закон Бернуллі:

Під час стаціонарного руху рідини тиск рідини є меншим там, де швидкість течії більша, і навпаки, тиск рідини є більшим там, де швидкість течії менша.

Проблемне питання

- Чому важко перепливати річку, яка містить ділянки з великою швидкістю течії? (поясніть спираючись на закон Бернуллі)

3. Підймальна сила крила

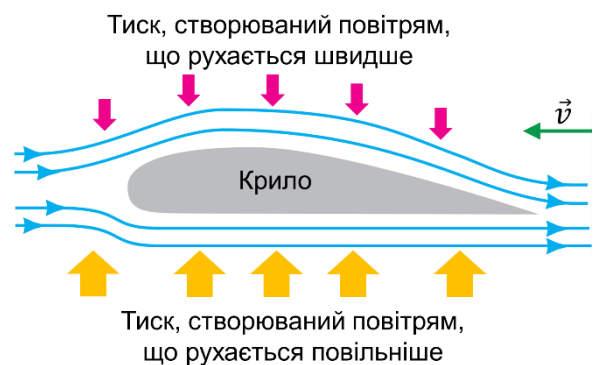
Проблемне питання

- Чому літають літаки?

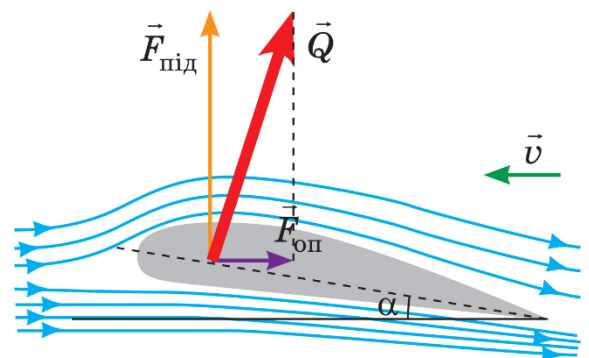
Літак утримується в повітрі завдяки силі тиску, яка й створює підймальну силу.

- Як пояснити виникнення підймальної сили?

Виникнення підймальної сили можна пояснити за допомогою закону Бернуллі, адже за певних умов повітряний потік можна розглядати як стаціонарний потік рідини. Під час польоту на крила літака увесь час набігає зустрічний потік повітря, і крила ніби «розрізають» його на дві частини: одна частина обтікає верхню поверхню крила, друга – нижню. Форма більшості крил така, що потік, який обтікає верхню (опуклу) частину крила, долає за той самий час більшу відстань (рухається з більшою швидкістю), ніж потік, який обтікає крило знизу. Відповідно до закону Бернуллі там, де швидкість потоку більша, тиск є меншим. Отже, сила тиску, що діє на крило зверху, менша від сили тиску, що діє на крило знизу.



Проте найважливіша причина утворення підймальної сили – це наявність *кута атаки* – нахилення крил літака під певним кутом α до повітряного потоку. У такому випадку підймальна сила виникає як за рахунок зменшення тиску над крилом, так і за рахунок збільшення тиску під крилом. Завдяки наявності кута атаки в повітря піднімаються й літаки із симетричним профілем крила.

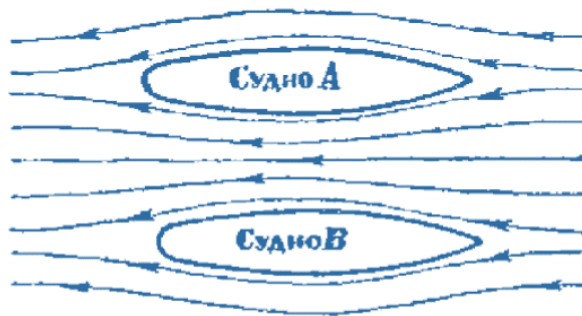


Різницю сил тисків називають *повною аеродинамічною силою*.

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Чому притягуються два судна, які рухаються з великими швидкостями поряд одне з одним?

Коли два судна пливуть паралельно один одному, між їх бортами виходить ніби водяний канал. У звичайному каналі стінки нерухомі, а рухається вода; тут же навпаки: нерухома вода, а рухаються стінки. За законом Бернуллі: під час стаціонарного руху рідини тиск рідини є меншим там, де швидкість течії більша, і навпаки, тиск рідини є більшим там, де швидкість течії менша.



Потік води більш стиснутий в просторі між суднами, і швидкість води в цьому просторі більша, ніж по обидва боки суден. Тобто, боки суден, які поверненні один до одного, відчувають з боку води менший тиск, ніж зовнішні частини суден.

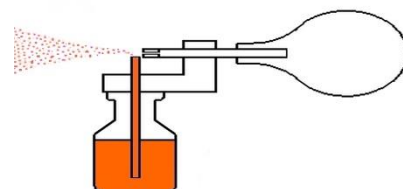
2. Чому сильний ураганний вітер інколи зриває дахи будинків?

Згідно закону Бернуллі, тиск залежить від швидкості руху повітряних потоків. Тиск над дахом, де швидкість вітру більша, набагато менший ніж під дахом. Різниця тисків створює підймальну силу, яка і зносить дах.

Недарма люди, що живуть в регіонах, де дмуть сильні вітри, кажуть, що в старовинних будинках черепиця спеціально укладалася на даху так, щоб можна було у вітряну погоду зняти її «фрагмент» і створити тим самим регулюючий повітряний потік «віддушину», через яку повітря обдувало б дах не тільки зверху, але і знизу, завдяки чому «зрівнювалися» швидкості, а отже, і тиск на дах, з внутрішньої і зовнішньої сторін.

3. Поясніть, як працює пульверизатор.

Пульверизатор – це пристрій для розпилення рідини.



Принцип дії заснований на різниці тисків всередині посудини та зовні. Рідина з посудини піднімається по трубці, якщо тиск в ній менший за атмосферний або ж, якщо в посудині, наповненій рідиною тиск більший за атмосферний.

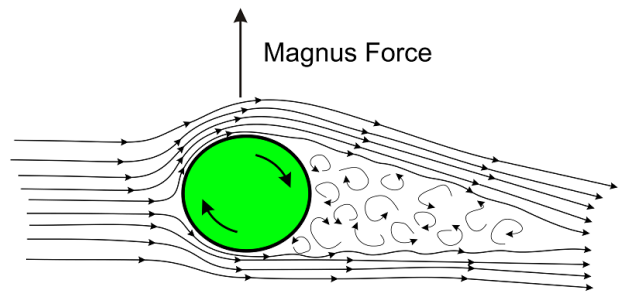
Найпростіший пульверизатор складається з двох вузьких трубок, з'єднаних між собою під прямим кутом так, що отвори їх звужених кінців знаходяться на дуже малій відстані один від одного (отвір горизонтальної, більш широкої трубки, розташований трохи вище отвору вертикальної). Вертикальна трубка вставляється в посудину, а через горизонтальну подається струмінь повітря. Відганяючи таким чином повітря, що знаходиться безпосередньо над вертикальною трубкою, зменшується тиск повітря у вертикальній трубці, та внаслідок цього піднімається по трубці рідина, яка далі розбризкується дрібними крапельками.

Ще один тип найпростішого пульверизатора влаштований так: в посудину через пробку вставлено дві трубки, одна з яких доходить майже до дна, а інша закінчується у його верхній частині. На кінець трубки, що виходить назовні надівається гумовий балон з клапанами, що нагнітає повітря в посудину. Через це

збільшується тиск над поверхнею рідини і вона піднімається по першій трубці. Проходячи через вузький зовнішній отвір розлітається дрібними бризками.

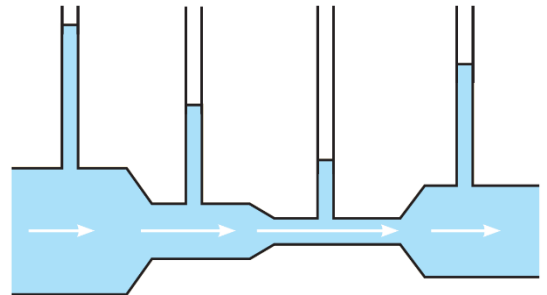
4. Чому м'яч, якому надано обертання, змінює траєкторію свого руху? До речі, це явище називають ефектом Магнуса.

Ефект Магнуса – виникання поперечної сили, яка діє на тіло, що обертається в потоці рідини (газу), який набігає на нього. Ця поперечна сила направлена завжди з тієї сторони тіла, на якій напрям обертання і напрям потоку протилежні, в ту сторону, на якій ці напрями збігаються.



Об'єкт, який обертається створює в середовищі навколо себе вихровий рух. З одного боку об'єкта напрямок вихору збігається з напрямком оточуючого потоку і, відповідно, швидкість руху середовища з цього боку збільшується. З іншого боку об'єкта напрямок вихору протилежний напрямку руху потоку, і швидкість руху середовища зменшується. Зважаючи на ці різниці швидкостей виникає різниця тисків, що породжує поперечну силу від тієї сторони тіла, що обертається, на якій напрямок обертання і напрям потоку протилежні, до тієї сторони, на якій ці напрями збігаються. Таке явище часто застосовується в спорті.

5. Ви добре знаєте, що нерухома однорідна рідина в сполучених посудинах встановлюється на одній висоті. Чому, якщо рідина рухається, рівні рідини в сполучених посудинах є різними?



Рідину прокачують горизонтальною трубою, а її рівень у відкритих вертикальних трубках дозволяє визначати тиск усередині рідини. Як бачимо, у найвузчій ділянці труби, де швидкість руху рідини найбільша, тиск дійсно найменший.

Якщо збільшити швидкість руху рідини, то тиск у найвузчій частині труби стане ще меншим. Його можна зробити меншим від навколишнього (атмосферного) тиску. Тоді рідина вже не підніматиметься у відповідній вертикальній трубці; через цю трубку потік рідини засмоктуватиме бульбашки повітря та відноситиме їх. За таким принципом діють водоструминні насоси.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Доведіть, що швидкість течії є більшою у вузчій частині труби.
2. Поясніть закон Бернуллі на основі закону збереження механічної енергії.
3. Завдяки чому виникає підймальна сила крила літака?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 21

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Види механічних коливань.*

Мета заняття *Учбова:* Формувати знання учнів про коливальний рух, вільні та вимушені коливання, рівняння гармонічних коливань; формувати вміння учнів пояснювати фізичні явища та процеси, розв'язувати задачі на коливальний рух, вільні та вимушені коливання.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Механічні коливання.</i> - <i>Незатухаючі та затухаючі коливання</i> - <i>Вільні та вимушені коливання, автоколивання</i> - <i>Гармонічні коливання</i>
4 Заклучна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §19, № 19 (2,3)

Література

43. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
44. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
45. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Механічні коливання

Механічні коливання – це рухи тіла (або системи тіл), які відбуваються біля певного положення рівноваги та які точно або приблизно повторюються через рівні інтервали часу.

Зміщення x – це відстань від положення рівноваги до точки, в якій у даний момент часу перебуває тіло, що коливається.

Амплітуда коливань – максимальна відстань, на яку відхиляється тіло від положення рівноваги.

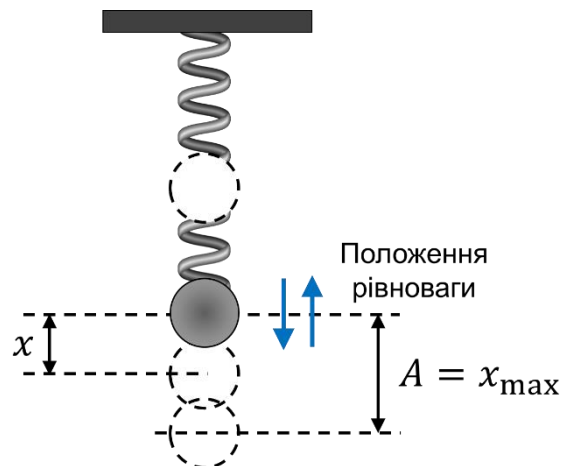
$$A = x_{\max} \quad [A] = \text{м}$$

Період коливань – час одного повного коливання.

$$T = \frac{t}{N} \quad [T] = \text{с}$$

Частота коливань – кількість коливань за одиницю часу.

$$\nu = \frac{N}{t} \quad [\nu] = \text{Гц}$$



2. Незатухаючі та затухаючі коливання

Незатухаючі коливання – коливання, амплітуда яких із часом не змінюється.

Затухаючі коливання – це коливання, амплітуда яких із часом зменшується.

3. Вільні та вимушені коливання, автоколивання

Вільні коливання – це коливання, які відбуваються під дією внутрішніх сил системи після того, як її було виведено з положення рівноваги.

Колівальна система – це система тіл, у якій можуть виникати вільні коливання.

Вільні коливання – це завжди затухаючі коливання.

Вимушені коливання – це коливання, які відбуваються в системі внаслідок дії зовнішньої сили, що періодично змінюється.

Вимушені коливання – це зазвичай незатухаючі коливання, частота яких дорівнює частоті зміни зовнішньої сили, що змушує тіло коливатися.

Автоколивання – це незатухаючі коливання, які відбуваються в системі за рахунок надходження енергії від постійного джерела, що регулюється самою системою.

4. Гармонічні коливання

Гармонічні коливання – це коливання, під час яких координата x тіла, що коливається, змінюється з часом t за законом косинуса (або синуса).

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad \text{або} \quad x = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

A – **амплітуда коливань**: $x_{\max} = A$ (оскільки найбільше значення косинуса та синуса дорівнює 1).

$\omega t + \varphi_0$ – **фаза коливань**: $\varphi = \omega t + \varphi_0$ – величина, що однозначно визначає механічний стан тіла в даний момент часу.

φ_0 – **початкова фаза коливань** – фаза коливань у момент початку відліку часу (якщо $t = 0$, то $\varphi = \omega t + \varphi_0 = \varphi_0$).

ω – **циклічна частота коливань**: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Можна довести: коли координата тіла змінюється за гармонічним законом (за законом косинуса або синуса), швидкість і прискорення руху тіла теж змінюються гармонічно.

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Перша похідна від переміщення – то швидкість, друга похідна, тобто похідна від швидкості – то прискорення.

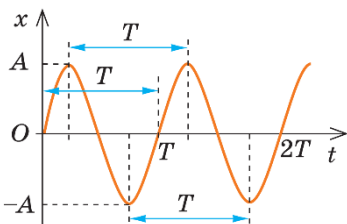
$$v(t) = x'(t) = (A \cos(\omega t + \varphi_0))' = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$a(t) = x''(t) = v'(t) = (-A\omega \sin(\omega t + \varphi_0))' = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

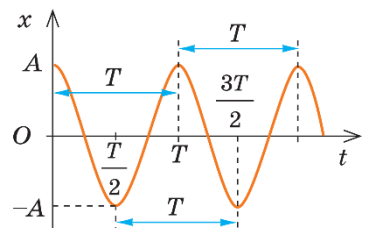
$$x_{\max} = A \quad v_{\max} = -A\omega \quad a_{\max} = -A\omega^2$$

Зверніть увагу!

Якщо початок відліку часу ($t = 0$) збігається з моментом максимального відхилення тіла від положення рівноваги ($x_0 = x_{\max} = A$), то рівняння коливань зручніше записувати у вигляді: $x = A \cos \omega t$



Якщо початок відліку часу ($t = 0$) збігається з моментом проходження тілом положення рівноваги ($x_0 = 0$), то рівняння коливань зручніше записувати у вигляді: $x = A \sin \omega t$



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Назвіть основні фізичні величини, які характеризують коливальний рух. Дайте їх означення.
2. Чому за наявності тертя амплітуда вільних коливань поступово зменшується? Як називають такі коливання?
3. Які коливання називають вільними? вимушеними? Наведіть приклади.
4. Які умови необхідні для виникнення вільних коливань?
5. Назвіть характерні елементи автоколивальної системи.
6. У чому подібність вільних коливань і автоколивань? автоколивань і вимушених коливань? Чим вони відрізняються?
7. Які коливання називають гармонічними? Запишіть рівняння гармонічних коливань.
8. Який вигляд має графік гармонічних коливань?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 22

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Математичний і пружинний маятники. Енергія коливань

Мета заняття ***Учбова:*** Формувати знання учнів про математичний та пружинний маятники, уявлення про єдиний характер закономірностей коливальних процесів математичного й пружинного маятників; формувати вміння описувати коливальні рухи маятників за допомогою другого закону Ньютона.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і

		аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Коливання пружинного маятника</i> - <i>Період коливань пружинного маятника</i> <i>Математичний маятник</i> - <i>Період коливань математичного</i> <i>маятника</i>
4 Заклучна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §20, № 20 (3-4)

Література

46. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
47. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
48. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірівневі самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Коливання пружинного маятника

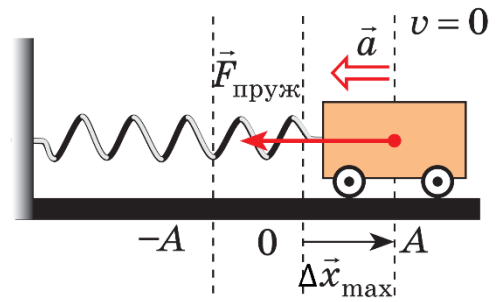
Пружинний маятник – це коливальна система, яка являє собою тіло, закріплене на пружині.

Коливання пружинного маятника

1. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = 0$)

$$v = 0; \Delta x = \Delta x_{\max}; F_{\text{пруж}} = k\Delta x_{\max};$$

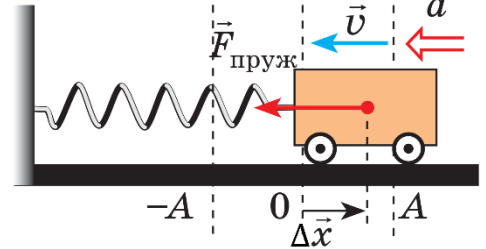
$$E = E_{p \max} \left(E_k = 0; E_p = \frac{k\Delta x_{\max}^2}{2} \right)$$



2. Прискорений рух візка, швидкість руху збільшується.

$$v \uparrow; \Delta x \downarrow; F_{\text{пруж}} \downarrow \Rightarrow a \downarrow;$$

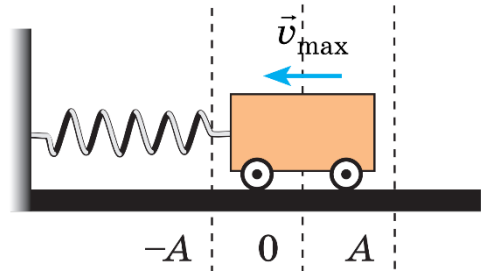
$$E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \uparrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \downarrow \right)$$



3. Стан рівноваги. ($t = T/4$)

$$F_{\text{пруж}} = 0; a = 0; v = v_{\max}; \Delta x = 0;$$

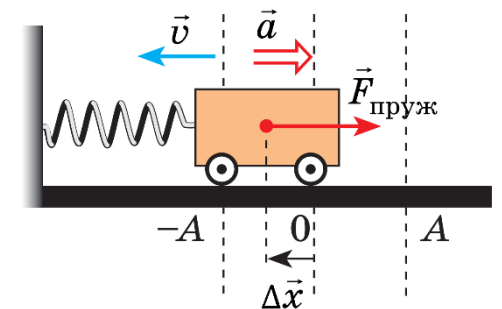
$$E = E_{k \max} \left(E_p = 0; E_k = \frac{mv_{\max}^2}{2} \right)$$



4. Сповільнений рух візка, швидкість руху зменшується.

$$v \downarrow; \Delta x \uparrow; F_{\text{пруж}} \uparrow \Rightarrow a \uparrow;$$

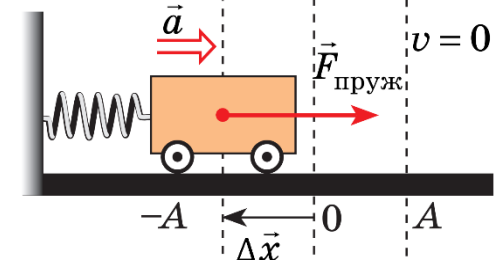
$$E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \downarrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \uparrow \right)$$



5. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = T/2$)

$$v = 0; |\Delta x| = \Delta x_{\max}; F_{\text{пруж}} = k\Delta x_{\max};$$

$$E = E_{p \max} \left(E_k = 0; E_p = \frac{k\Delta x_{\max}^2}{2} \right)$$



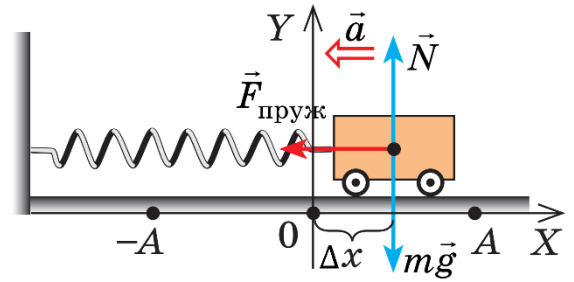
Наступну половину періоду характер руху візка буде таким самим, тільки у зворотному напрямку.

Причини вільних коливань пружинного маятника:

- 1) сила, що діє на тіло, завжди напрямлена до положення рівноваги;
- 2) тіло, що коливається, є інертним, тому воно не зупиняється в положенні рівноваги (коли рівнодійна сил стає рівною нулю), а продовжує рух у тому самому напрямку.

2. Період коливань пружинного маятника

$$\begin{aligned}\vec{F}_{\text{пруж}} + m\vec{g} + \vec{N} &= m\vec{a} \\ OX: F_{\text{пруж}x} &= ma_x \\ F_{\text{пруж}x} &= -k\Delta x \\ ma_x &= -k\Delta x \\ a_x &= -\frac{k}{m}\Delta x \quad a_x = -\omega^2\Delta x \\ \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\end{aligned}$$



3. Математичний маятник

Математичний маятник – це фізична модель коливальної системи, яка складається з матеріальної точки, підвішеної на невагомій і нерозтяжній нитці, та гравітаційного поля.

Коливання математичного маятника

1. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = 0$) (рис. а)

$$\begin{aligned}v &= 0; h = h_{\text{max}}; \\ E &= E_{p \text{ max}} (E_k = 0; E_p = mgh_{\text{max}})\end{aligned}$$

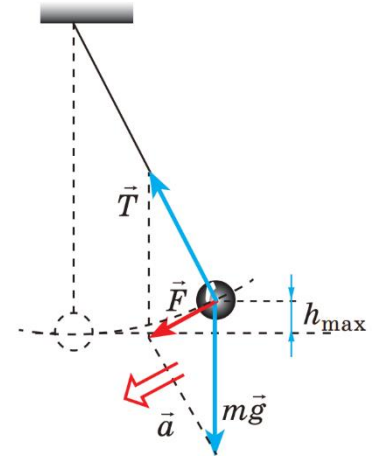


Рис. а

2. Прискорений рух кульки, швидкість руху збільшується. (рис. б)

$$v \uparrow; h \downarrow; E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \uparrow; E_p = mgh \downarrow \right)$$

3. Стан рівноваги. ($t = T/4$) (рис. в)

$$v = v_{\text{max}}; h = 0; E = E_{k \text{ max}} \left(E_p = 0; E_k = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} \right)$$

4. Сповільнений рух кульки, швидкість руху зменшується. (рис. г)

$$v \downarrow; h \uparrow; E = E_k + E_p \left(E_k = \frac{mv^2}{2} \downarrow; E_p = \frac{k\Delta x^2}{2} \uparrow \right)$$

5. Стан максимального відхилення від положення рівноваги. ($t = T/2$) (рис. д)

$$v = 0; h = h_{\text{max}}; E = E_{p \text{ max}} (E_k = 0; E_p = mgh_{\text{max}})$$

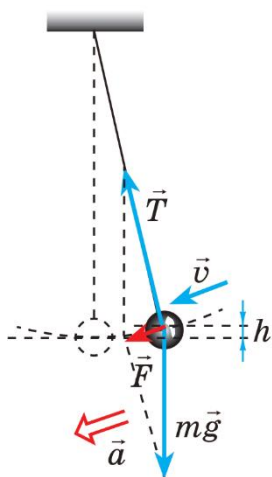


Рис. б

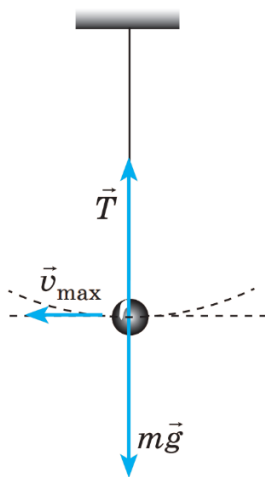


Рис. в

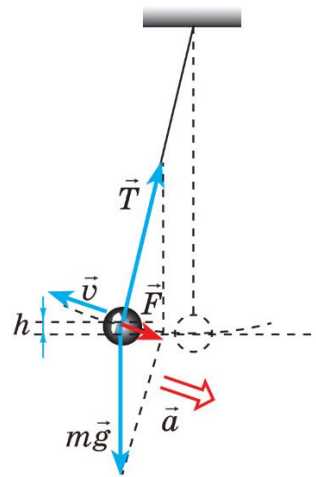


Рис. д

4. Період коливань математичного маятника

Формулу періоду коливань математичного маятника вперше одержав у XVII ст. голландський учений Крістіан Гюйгенс, тому її називають формулою Гюйгенса.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Опишіть коливання пружинного маятника. Чому тіло не зупиняється, коли проходить положення рівноваги?
2. За якою формулою визначають період коливань пружинного маятника?
3. Дайте означення математичного маятника.
4. Опишіть коливання математичного маятника. За якою формулою визначають період його коливань?
5. Які перетворення енергії відбуваються під час коливань пружинного маятника? математичного маятника?
6. У якому положенні потенціальна енергія маятника сягає максимального значення? мінімального? Що можна сказати про кінетичну енергію маятника в ці моменти?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 23

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Резонанс.*

**Мета
заняття**

Учбова: : Формувати знання учнів про характерні риси вимушених коливань системи, умову виникнення резонансу, залежність виду резонансних кривих від сили тертя в системі; вмінь і навичок розв'язувати задачі на визначення параметрів, які характеризують стан гармонічних коливань системи.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Резонанс</i> - <i>Застосування резонансу</i> -
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §21, № 21 (1,2)

Література

49. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
50. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
51. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Резонанс

Якщо коливальну систему вивести з положення рівноваги, то в ній виникнуть вільні коливання, *частота яких не залежить від амплітуди.*

Частота вільних коливань – це власна частота коливань системи.

Через втрати енергії вільні коливання є згасаючими.

Проблемне питання

- Що необхідно зробити, щоб коливання не згасли?

Необхідно, щоб у систему періодично *надходила енергія ззовні.*

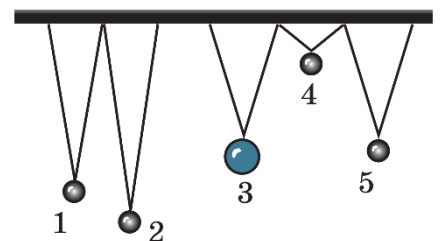
- Як потрібно розгойдувати гойдалку, щоб її амплітуда збільшувалася?

Потрібно діяти в *такт* із власними коливаннями гойдалки. Амплітуда коливань швидко збільшиться, якщо частота зовнішньої змінної сили збігатиметься з частотою вільних коливань гойдалки.

Резонанс – це явище різкого збільшення амплітуди вимушених коливань, якщо частота зовнішньої сили, що періодично змінюється, збігається з власною частотою коливань системи.

Проведемо дослід

Підвісимо на тонку рейку чотири легкі кульки й одну важку – отримаємо п'ять маятників. Виведемо важку кульку з положення рівноваги – вона почне коливатися. Коливання важкого маятника передадуться рейці, яка почне здійснювати вимушені коливання з тією самою частотою і діятиме на інші маятники з деякою силою, що періодично змінюється. У результаті вони теж розпочнуть коливальний рух. При цьому найсильніше розгойдається маятник 5, довжина якого (а отже, і власна частота коливань) дорівнює довжині важкого маятника 3.



Проблемне питання

- Яка причина такої поведінки маятників?

Коли частота змінення зовнішньої сили не збігається з власною частотою коливань маятника ($\nu \neq \nu_0$), зовнішня сила то «підштовхує» маятник (виконує додатну роботу), то заважає його рухові (виконує від'ємну роботу). У результаті робота зовнішньої сили є незначною, тому невеликою є й амплітуда усталених коливань.

Якщо частота змінення зовнішньої сили збігається з власною частотою коливань маятника ($\nu = \nu_0$), то протягом усього часу коливань напрямок зовнішньої сили збігається з напрямком руху маятника, тому робота зовнішньої сили весь час додатна. Енергія системи швидко збільшується – швидко зростає й амплітуда коливань. Через тертя коливання з часом усталюються, і їх енергія припиняє зростати.

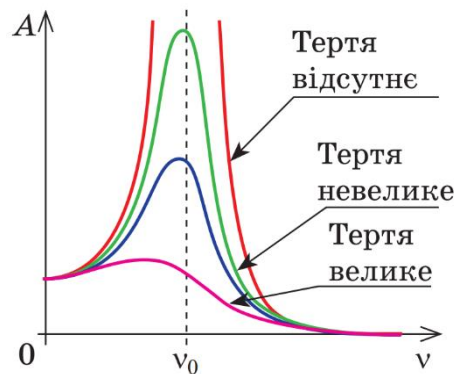
Явище резонансу зручно описувати за допомогою графіків

Резонансна крива – це графік залежності амплітуди вимушених коливань від частоти змінення зовнішньої сили.

Аналізуючи графіки, можна дійти висновків:

1) найбільша амплітуда коливань досягається тоді, коли частота зовнішньої змінної сили збігається з власною частотою коливань системи ($\nu = \nu_0$);

2) чим більша в системі сила тертя, тим меншим є пік резонансної кривої, тобто тим слабше виражений резонанс.



2. Застосування резонансу

Проблемне питання

- Як боротися з проявами резонансу?

Зовнішні періодичні впливи на різні об'єкти можуть спричинити явище резонансу й призвести до руйнувань.

Способи боротьби з резонансом:

1) Можна збільшити силу тертя, однак це призведе до небажаних втрат енергії.
 2) Змінити власну частоту коливань системи або частоту зовнішньої змінної сили. (Щоб вирішити зазначену проблему з літаками, просто зробили важчими їх крила: частота власних коливань крил змінилась і припинила збігатися з частотою коливань зовнішньої сили. Для потягів розраховують небажану швидкість руху; по мостах забороняють ходити стройовим кроком; споруджуючи будинки, враховують частоту коливань земної кори в разі землетрусу)

Проблемне питання

- Де застосовують резонанс?

Завдяки резонансу легко розгойдати гойдалку або виштовхнути застряглий автомобіль.

Резонанс використовують у роботі вібротришків у гірничодобувній промисловості, застосовують в акустиці, медицині, для приймання та передавання радіосигналів.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення резонансу. Наведіть приклади його прояву.
2. Що таке резонансна крива? Які висновки можна зробити внаслідок її аналізу?
3. Як боротися з небажаними проявами резонансу? Де застосовують резонанс?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 24

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Механічні хвилі.*

Мета

заяття

Учбова: : Формувати знання учнів про характерні риси вимушених коливань системи, умову виникнення резонансу, залежність виду резонансних кривих від сили тертя в системі; вмінь і навичок розв'язувати задачі на визначення параметрів, які характеризують стан гармонічних коливань системи.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркве опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Механічні хвилі</i> - <i>Основні властивості хвиль</i> - <i>Фізичні величини, які характеризують хвилю</i> - <i>Види механічних хвиль</i> - <i>Інтерференція хвиль, Дифракція хвиль</i>

4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §22, № 22 (1,2)
---	-------	--

Література

52. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
53. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
54. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Механічні хвилі

Хвиля – це поширення в просторі коливань речовини або поля.

Механічна хвиля – це поширення коливань у пружному середовищі*.

(*Середовище називають *пружним*, якщо під час його деформації виникають сили, які протидіють цій деформації, – *сили пружності*).

Проблемне питання

- Як і чому в середовищі поширюється механічна хвиля?

Механічна хвиля створюється тілом, яке коливається, – *джерелом хвилі* (поплавок). Здійснюючи коливальний рух, джерело хвилі деформує прилеглі до нього шари середовища (стискає та розтягує їх або зсовує). У результаті виникають *сили пружності*, які діють на сусідні шари середовища та спонукають їх здійснювати *вимушені коливання*. Ці шари, у свою чергу, деформують наступні шари та змушують їх коливатися. Поступово, один за одним, усі шари середовища долучаються до коливального руху – середовищем поширюється механічна хвиля.

2. Основні властивості хвиль

Властивості хвиль

1. Хвилі поширюються в середовищі зі скінченною швидкістю.
2. Частота коливань кожної частини середовища дорівнює частоті коливань джерела хвилі.

3. Механічні хвилі не можуть поширюватись у вакуумі.
4. Хвильовий рух не супроводжується перенесенням речовини.
5. Під час поширення хвилі відбувається перенесення енергії.

3. Фізичні величини, які характеризують хвилю

Амплітуда коливань – максимальна відстань, на яку відхиляється точка від положення рівноваги.

$$[A] = \text{м}$$

Період коливань – час одного повного коливання.

$$T = \frac{t}{N}; \quad [T] = \text{с}$$

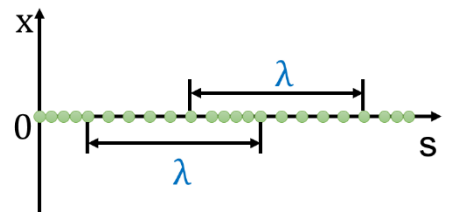
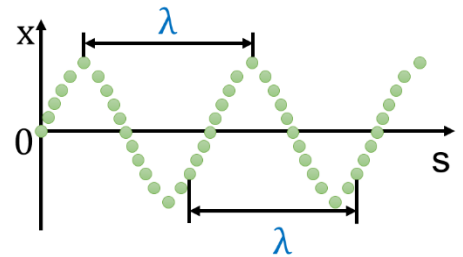
Частота коливань – кількість коливань за одиницю часу.

$$\nu = \frac{N}{t}; \quad [\nu] = \text{Гц}$$

Довжина хвилі λ – це відстань між двома найближчими точками, які коливаються синхронно; відстань, на яку поширюється хвиля за час, що дорівнює періоду T :

$$\lambda = \nu T \quad [\lambda] = 1 \text{ м}$$

$$\lambda = \nu T \Rightarrow \nu = \frac{\lambda}{T}; \quad \frac{1}{T} = \nu; \quad \nu = \lambda \nu$$



Формула хвилі:

$$\nu = \lambda \nu$$

Якщо хвиля переходить з одного середовища в інше:

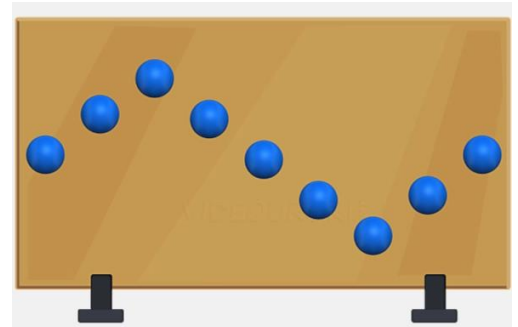
- швидкість її поширення змінюється
- частота хвилі залишається незмінною (визначається джерелом хвилі)
- довжина хвилі змінюється

4. Види механічних хвиль

Поперечні хвилі – це хвилі, у яких частинки коливаються в напрямку, перпендикулярному до напрямку їх поширення.

Поперечні хвилі:

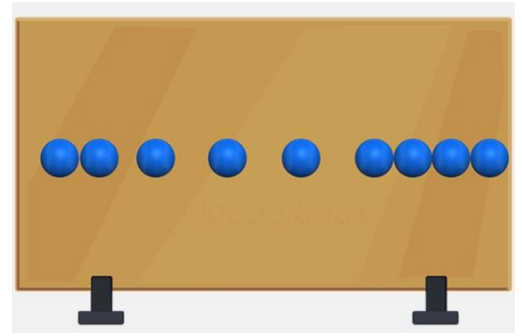
- хвилі зсуву (відбувається зсув одних шарів середовища відносно інших);
- поширюються тільки в твердих тілах.



Поздовжні хвилі – це хвилі, у яких частинки коливаються вздовж напрямку поширення хвилі.

Поздовжні хвилі:

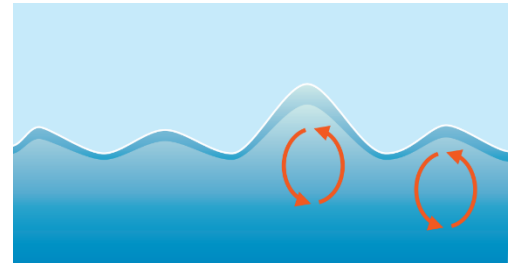
- хвилі стиснення та розтягнення (вздовж напрямку поширення хвилі густина середовища по чергово то збільшується, то зменшується);
- поширюються в усіх середовищах.



Проблемне питання

- Якими є хвилі на поверхні рідини?

Хвилі на поверхні рідини не є ані поздовжніми, ані поперечними. Вони мають складний поздовжньо-поперечний характер, при цьому частинки рідини рухаються по еліпсах.



Фронт хвилі – це поверхня, до якої дійшли коливання на даний момент.

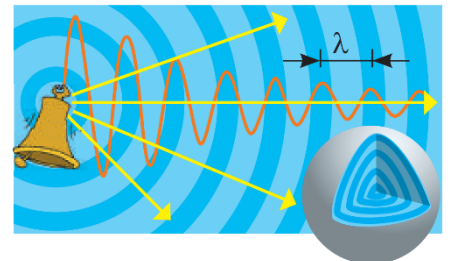
Усі частинки фронту хвилі коливаються однаково (в одній фазі).

Хвильові поверхні – це поверхні однієї фази.

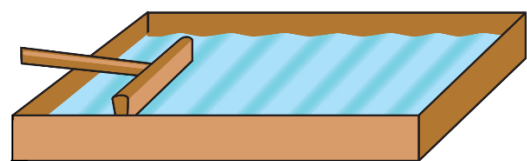
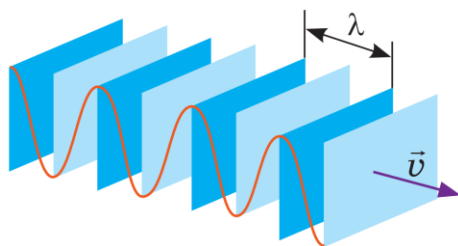
Фронт хвилі – це гранична хвильова поверхня.

За формою хвильової поверхні розрізняють: *сферичні, циліндричні, плоскі хвилі*.

Сферична хвиля виникає, якщо джерелом хвилі є матеріальна точка або сфера, що пульсує. У цьому випадку енергія, яку прилеглі шари середовища отримали від джерела хвилі, розподіляється по дедалі більшій площі, тому зі збільшенням відстані від джерела амплітуда хвилі зменшується. Те саме стосується й **циліндричної хвилі** (таку хвилю створює, наприклад, стрижень, що пульсує).



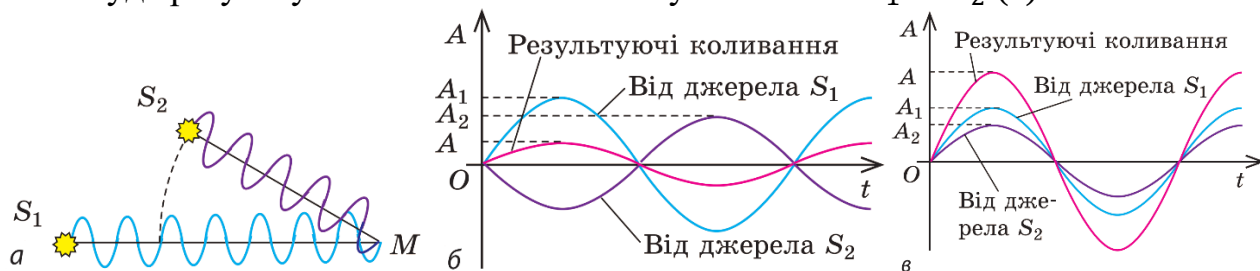
Плоску хвилю можна отримати, якщо коливати пластинку перпендикулярно до її поверхні. У цьому випадку енергія буде розподілятися такою самою площею, тому, якщо сили тертя в середовищі нехтовно малі, амплітуда хвилі залишатиметься незмінною.



5. Інтерференція хвиль

Інтерференція – це явище накладання хвиль, унаслідок якого в певних точках простору спостерігається стійке в часі посилення або послаблення результуючих коливань.

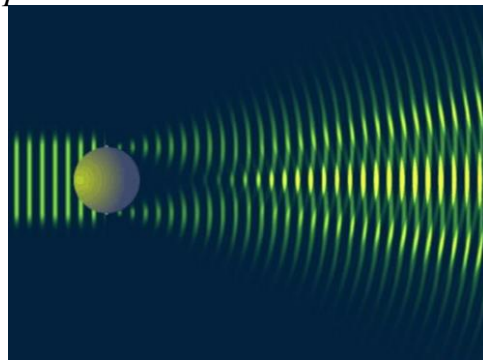
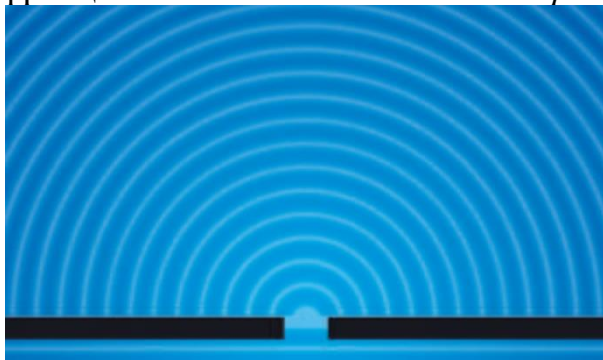
Якщо хвилі надійшли в точку M у протилежних фазах, амплітуда результуючих коливань зменшується: $A = A_1 - A_2$ (б), а якщо в однаковій фазі, амплітуда результуючих коливань збільшується: $A = A_1 + A_2$ (в)



6. Дифракція хвиль

Дифракція (від латин. *diffractus* – розламаний) – це явище огинання хвилями перешкод.

Дифракція механічних хвиль на *отворі* та *перешкоді*.



Дифракція спостерігається у двох випадках:

- 1) коли лінійні розміри перешкод, на які падає хвиля (або розміри отворів, через які хвиля поширюється), порівнянні з довжиною хвилі;
- 2) коли відстань від перешкоди до місця спостереження набагато більша за розмір перешкоди.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення резонансу. Наведіть приклади його прояву.
2. Що таке резонансна крива? Які висновки можна зробити внаслідок її аналізу?
3. Як боротися з небажаними проявами резонансу? Де застосовують резонанс?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 25

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Звукові хвилі

**Мета
заняття**

Учбова: Формувати знання учнів про звукові хвилі; формувати вміння учнів пояснювати фізичні явища та процеси; розв'язувати задачі на коливальний рух.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Звукові хвилі</i> - <i>Суб'єктивні характеристики звуку</i> - <i>Акустичний резонанс</i> - <i>Інфразвук і ультразвук</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з §23, № 23 (1-3)

Література

55. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за

ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл

56.Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с

57.Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

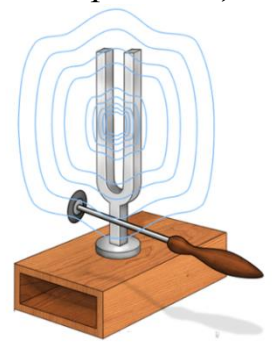
Навчальні матеріали лекції

1. Звукові хвилі

Звукові (акустичні) хвилі – це механічні хвилі з частотами від 20 Гц до 20 кГц.

Властивості звукових хвиль:

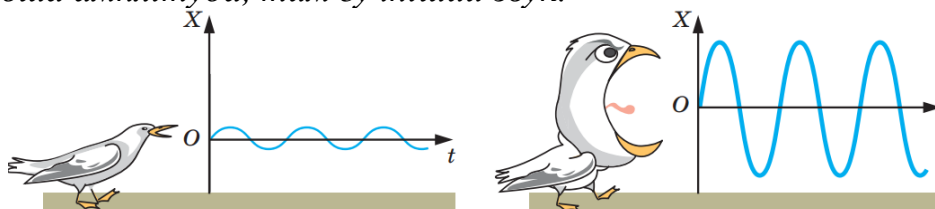
- Звук поширюється в середовищі зі скінченною швидкістю, яка залежить від температури, густини, складу та інших характеристик середовища.
- Джерелом звуку є тіло, що коливається. Такі коливання можуть бути вимушеними (дифузор гучномовця), вільними (струна гітари), автоколиваннями (струни смичкових інструментів).
- Звукові хвилі не поширюються у вакуумі.
- Під час поширення звуку не відбувається перенесення речовини, але відбувається перенесення енергії.
- Звукові хвилі можуть накладатись одна на одну (явище інтерференції); можуть огинати перешкоди (явище дифракції).



2. Суб'єктивні характеристики звуку

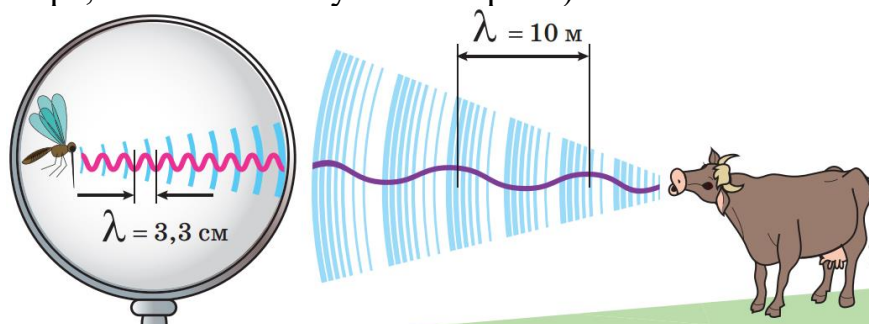
Гучність звуку:

Чим більша амплітуда, тим гучніший звук.



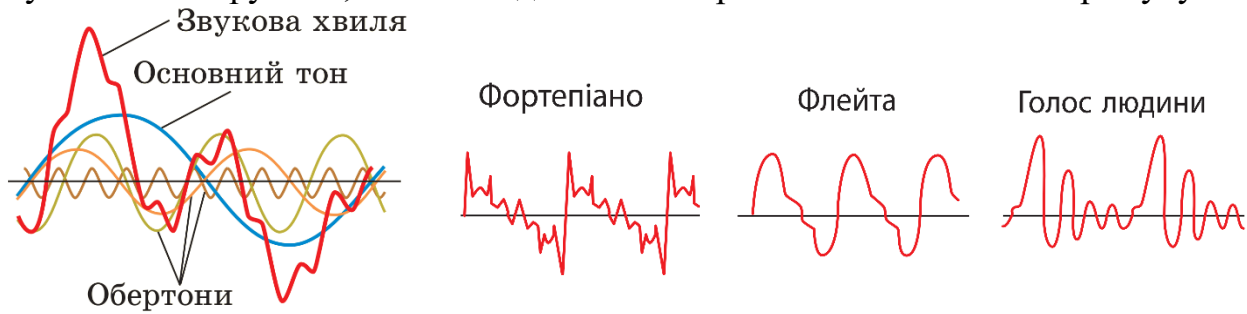
Висота звуку:

Чим більшою є частота, тим вищий тон звуку, і навпаки. (Високий тон дзижчання комара, низький тон мукання корови)



Тембр звуку:

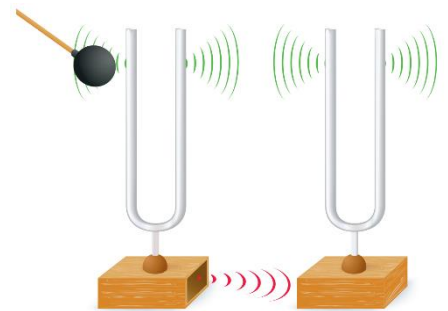
Визначається складом звукової хвилі: крім основної частоти (за якою ми й оцінюємо висоту звуку) будь-який звук містить кілька більш слабких і більш високих додаткових частот – обертонів. Саме завдяки тембру ми впізнаємо людину за голосом, відрізняємо звуки фортепіано від звуків флейти тощо. Кожний музичний інструмент, кожна людина або тварина має власний тембр звуку.



3. Акустичний резонанс

Акустичний резонанс – це явище різкого зростання амплітуди звукового сигналу в разі наближення частоти сигналу-збудника до частоти власних коливань системи.

Якщо змусити звучати один із камертонів, через резонанс почне звучати й другий.



Акустичний резонанс використовують для збільшення інтенсивності звуку, створеного певним джерелом (струною, ніжками камертона, голосовими зв'язками тощо). Наприклад, для збільшення гучності камертона його приєднують до дерев'яного ящика (резонатора), власна частота коливань повітря в якому дорівнює частоті коливань камертона. Камертон, приєднаний до резонатора, звучить набагато гучніше, ніж той, який тримають у руці.

Акустичний резонанс використовують у багатьох музичних інструментах. Повітря в трубах органа, корпусах арф, бандур, гітар тощо резонує з тонами та обертонами звуків, утворюваних коливними тілами, та посилює їх. Порожнина рота є резонатором для звукових хвиль, які створюються завдяки коливанням голосових зв'язок.

4. Інфразвук і ультразвук

Інфразвукові хвилі – це механічні хвилі, частота яких менша від 20 Гц.

Інфразвукові хвилі виникають під час штормів, землетрусів, цунамі, вивержень вулканів, унаслідок ударів об берег морських хвиль. Деякі істоти здатні сприймати інфразвукові хвилі. Джерелом інфразвуку можуть бути і об'єкти, створені людиною: турбіни, двигуни внутрішнього згоряння тощо. У містах найбільший рівень інфразвуку біля автомагістралей.

Інфразвук є дуже небезпечним для тварин і людини: він може викликати симптоми морської хвороби, запаморочення, засліплення, спричинити підвищену агресивність. У разі тривалої дії інтенсивне інфразвукове випромінювання може призвести до зупинки серця. При цьому людина навіть не розуміє, що відбувається, адже вона не чує інфразвуку.

Ультразвукові хвилі – це механічні хвилі, частота яких перевищує 20 кГц.

Ультразвук наявний у шумі вітру та водоспаду, у звуках, які видають деякі істоти. З'ясовано, що ультразвук до 100 кГц сприймають багато комах і гризунів; уловлюють його й собаки.

Проблемне питання

- Як у повній темряві кажани та дельфіни знаходять здобич? (Кажани та дельфіни випромінюють ультразвук і сприймають його відлуння, завдяки чому вони навіть у повній темряві можуть знайти дорогу або спіймати здобич.)

Ультразвукова локація – визначення розташування та характеру руху об'єкта за допомогою ультразвуку.

Ультразвукове дослідження дозволяє «побачити» ще не народжене немовля, дослідити стан внутрішніх органів, виявити сторонні тіла в тканинах. Ультразвукову локацію застосовують також на морських суднах – для виявлення об'єктів у воді (сонари) і дослідження рельєфу морського дна (ехолоти); у металургії – для виявлення та встановлення розмірів дефектів у виробках (дефектоскопи).

Потужний ультразвук застосовують у техніці (обробка міцних матеріалів, зварювання, очищення поверхонь від забруднень); медицині (подрібнення каменів в організмі, що дозволяє уникнути хірургічних операцій); харчовій промисловості (виготовлення сирів, соусів); косметології (виготовлення кремів, зубної пасти).

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що таке звук? Наведіть приклади джерел і приймачів звуку.
2. Від чого залежить швидкість поширення звуку?
3. Якою фізичною величиною визначається висота звуку? гучність звуку?
4. Де використовують акустичний резонанс?
5. Що таке інфразвук? Як він впливає на людину?
6. Що таке ультразвук? Наведіть приклади застосування ультразвуку в природі, медицині, техніці.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 26

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Постулати теорії відносності. Релятивістський закон додавання швидкостей*

Мета

заняття

Учбова: Формувати знання учнів про основні положення спеціальної теорії відносності (СТВ) Ейнштейна та висновки з неї; формувати вміння систематизувати й узагальнювати результати спостережень, розв'язувати задачі на основі постулатів теорії відносності.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Принцип відносності Галілея – Ньютона</i> - <i>Передумови створення спеціальної теорії відносності</i> - <i>Постулати спеціальної теорії відносності</i> - <i>Подія</i> - <i>Релятивістський закон додавання швидкостей</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 24, № 244 (1,2)

Література

58. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за

ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл

59. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
60. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Принцип відносності Галілея – Ньютона

Механічний принцип відносності (принцип відносності Галілея–Ньютона):

Будь-які механічні процеси в усіх інерціальних СВ відбуваються однаково, тобто жодними механічними дослідами всередині системи не можна встановити, рухається система рівномірно прямолінійно чи перебуває в стані спокою.

В інерціальних СВ виконується класичний закон додавання швидкостей:

Швидкість $\vec{v}$ руху тіла відносно нерухомої СВ дорівнює сумі швидкості $\vec{v}_1$ руху тіла відносно рухомої СВ і швидкості $\vec{v}_2$ руху рухомої СВ відносно нерухомої:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

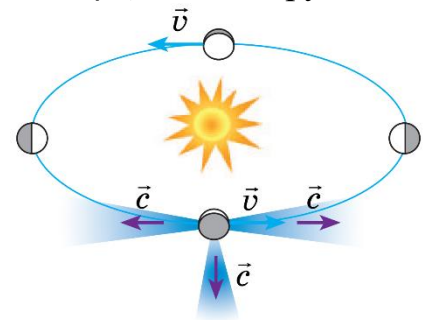
2. Передумови створення спеціальної теорії відносності

Проблемне питання

- Чи поширюється принцип відносності Галілея – Ньютона на електромагнітні явища?
- Чи відбуваються електромагнітні процеси (взаємодія електричних зарядів, явище електромагнітної індукції, поширення електромагнітних хвиль тощо) однаково в усіх інерціальних СВ?

- Чи залежить швидкість поширення світла ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с) від вибору СВ?

Американські вчені Альберт Майкельсон (1852–1931) і Едвард Морлі (1838–1923) у 1887 р. поставили експеримент. Якщо від джерела світла на Землі спрямувати промінь світла спочатку вздовж лінії руху Землі, а потім перпендикулярно до неї, то кожного разу швидкість поширення світла відносно нерухомої СВ має бути різною.



Згідно з класичним законом додавання швидкостей, швидкість світла, яка поширюється:

- в напрямку руху Землі $c_1 = c + v$
- в напрямку, протилежному напрямку руху Землі $c_2 = c - v$
- перпендикулярно до напрямку руху Землі $c_3 = \sqrt{c^2 + v^2}$

Досліди А. Майкельсона й Е. Морлі показали, що швидкість поширення світла в будь-якому випадку є однаковою.

Проблемне питання

- Чому одержаний результат суперечив класичному закону додавання швидкостей?
- Як вирішити дану проблему?

3. Постулати спеціальної теорії відносності

Спеціальна теорія відносності (СТВ) розглядає взаємозв'язок фізичних процесів тільки в інерціальних СВ, тобто в СВ, які рухаються одна відносно одної рівномірно прямолінійно.

Перший постулат СТВ:

В інерціальних СВ всі закони природи однакові.

Це означає, що всі інерціальні СВ еквівалентні (рівноправні).

Другий постулат СТВ:

Швидкість поширення світла у вакуумі однакова в усіх інерціальних СВ.

Це означає, що швидкість поширення світла у вакуумі інваріантна – вона не залежить від швидкості руху джерела або приймача світла. Матеріальні об'єкти не можуть мати швидкість більшу, ніж швидкість світла.

4. Подія

Проблемне питання

- Чи є абсолютним час?

Подія – будь-яке явище, що відбувається в певній точці простору в певний момент часу.

Подія для матеріальної точки вважається заданою, якщо задано координати (x, y, z) місця, де подія відбувається, і час t , коли ця подія відбувається.

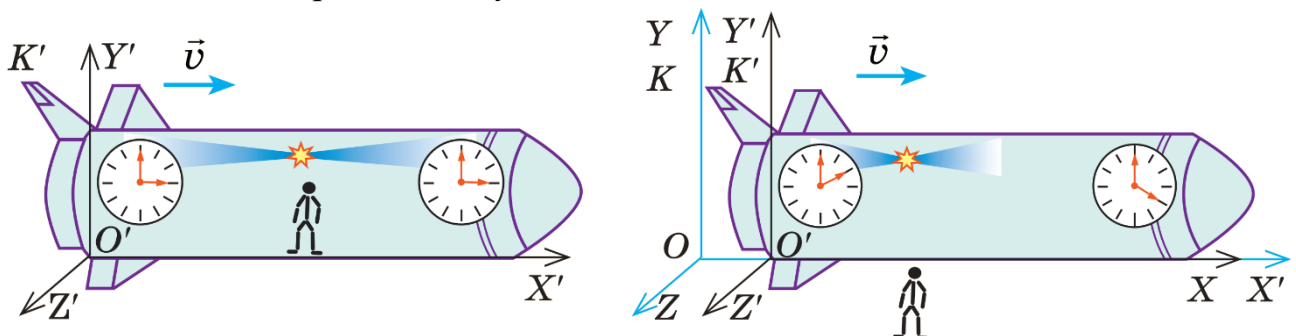
З геометричної точки зору, задати подію означає задати точку в чотиривимірному просторі «координати – час».

У класичній механіці І. Ньютона час однаковий у будь-якій інерціальній СВ.

У релятивістській механіці час залежить від вибору СВ.

Проведемо уявний експеримент

Нехай посередині космічного корабля, який рухається зі швидкістю v відносно зовнішнього спостерігача, відбувся спалах світла.

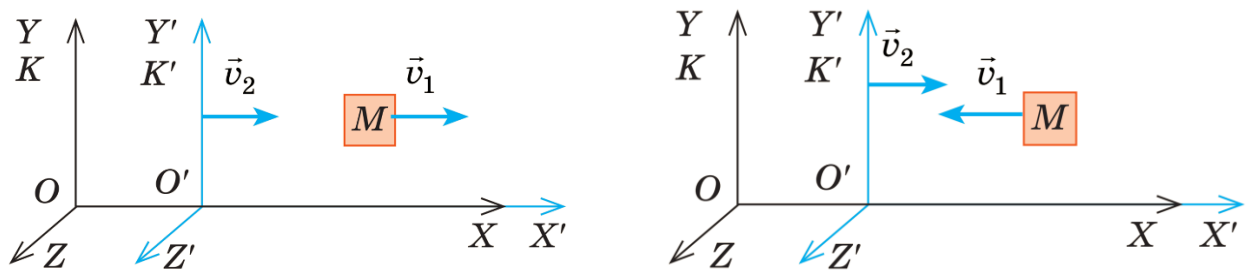


Відносність одночасності подій:

Для спостерігача всередині корабля світло досягає носа і корми корабля одночасно.

Для спостерігача поза кораблем світло досягає носа корабля пізніше, ніж корми (тому що корма наближається до спостерігача, а ніс корабля віддаляється від нього)

5. Релятивістський закон додавання швидкостей



Релятивістський закон додавання швидкостей для випадку додавання швидкостей, напрямлених уздовж однієї прямої, наприклад осі OX :

$$v_x = \frac{v_{1x} + v_{2x}}{1 + \frac{v_{1x}v_{2x}}{c^2}}$$

v_x – проекція швидкості руху тіла відносно нерухомої СВ K

v_{1x} – проекція швидкості руху тіла відносно рухомої СВ K'

v_{2x} – проекція швидкості рухомої СВ K' відносно нерухомої СВ K

Проблемне питання

• Для чого стільки часу було витрачати на вивчення класичної механіки, якщо ця теорія суперечить експериментам?

Зіставимо релятивістський і класичний закони додавання швидкостей.

Якщо швидкості набагато менші від швидкості світла ($v_1 \ll c, v_2 \ll c$), то $1 + \frac{v_{1x}v_{2x}}{c^2} \approx 1$ і релятивістський закон додавання швидкостей набуває вигляду класичного: $v_x = v_{1x} + v_{2x}$.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. У чому результати експерименту А. Майкельсона й Е. Морлі суперечили класичному закону додавання швидкостей?
2. Сформулюйте постулати СТВ і поясніть їх зміст.
3. У чому полягає відмінність першого постулату СТВ від принципу відносності в механіці І. Ньютона?
4. Чому дорівнює швидкість поширення світла у вакуумі?
5. Що таке подія? Коли подія визначена?
6. Що означає вираз «одночасність двох подій відносна»?
7. За яких швидкостей релятивістський закон додавання швидкостей набуває вигляду класичного?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 27

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Наслідки постулатів спеціальної теорії відносності*

Мета заняття *Учбова:* Формувати знання учнів про відносність одночасності події, відносність довжини і часу в рухомій СВ і нерухомій СВ; формувати науковий світогляд та діалектичне мислення.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Лінійні розміри предметів під час їхнього руху</i> - <i>Ефект уповільнення часу</i> - <i>Маса та енергія</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 25, № 25 (1,2)

Література

61. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
62. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
63. Кирик, Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

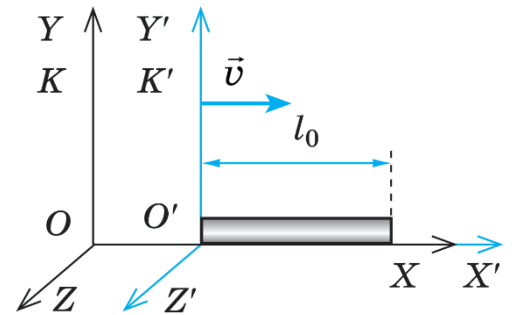
Навчальні матеріали лекції

1. Лінійні розміри предметів під час їхнього руху

Довжина l рухомого предмета відрізняється від довжини l_0 того самого предмета в його «власній» системі відліку (тобто в тій, у якій цей предмет нерухомий).

Лоренцеве скорочення довжини:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} < l_0$$



l_0 – довжина стрижня в СВ K' , відносно якої стрижень перебуває у спокої;

l – довжина стрижня в СВ K , відносно якої стрижень рухається/

Зверніть увагу!

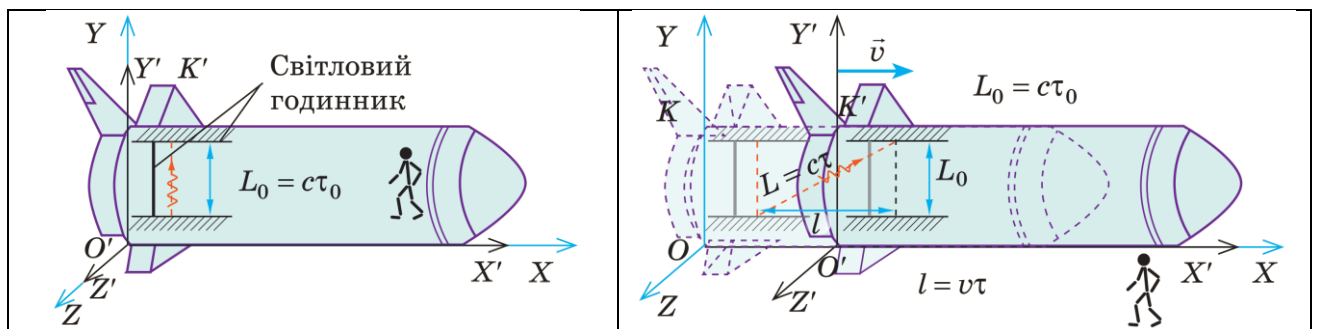
1. Розміри тіла зменшуються тільки вздовж його руху: якщо стрижень розташований вздовж свого руху, то його довжина зменшується, а от діаметр залишається незмінним.

2. Релятивістський ефект скорочення довжини стає помітним тільки у випадку руху тіла зі швидкістю, яка порівнянна зі швидкістю поширення світла.

2. Ефект уповільнення часу

Проблемне питання

- У чому полягає ефект уповільнення часу?

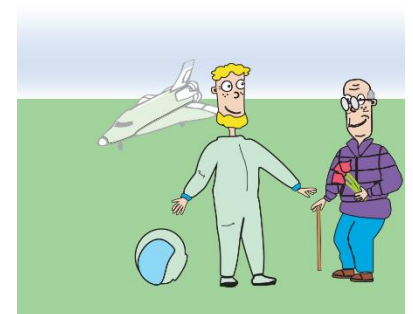
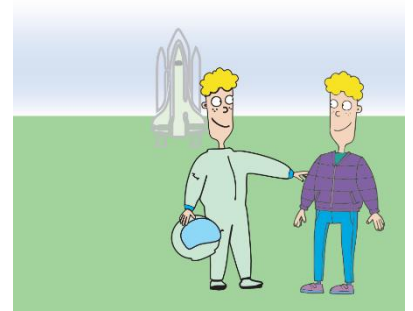


Час τ_0 , вимірюваний спостерігачем, відносно якого годинник перебуває у спокої:	Час τ , вимірюваний спостерігачем, відносно якого годинник рухається:
$\tau_0 = \frac{L_0}{c}$	$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Інтервал часу τ_0 , відлічуваний у СВ, відносно якої годинник перебуває у стані спокою (власний час події), менший, ніж інтервал часу τ , відлічуваний у СВ, відносно якої годинник рухається. Інакше кажучи, час у рухомій СВ уповільнюється.

Уявний експеримент «Парадокс близнюків»

Уявімо, що перший із двох близнюків подорожуватиме в космічному кораблі з великою швидкістю відносно Землі, а другий чекатиме на нього вдома. Тоді після повернення космічного корабля на Землю після 20-річної подорожі виявиться, що близнюк-космонавт біологічно набагато молодший за свого брата. Та й бортові годинники покажуть, що на кораблі минуло далеко не 20 років.



3. Маса та енергія

Проблемне питання

- Як пов'язані маса та енергія?

Якщо тіло масою m рухається зі швидкістю v відносно якоїсь СВ, то енергія E тіла в цій СВ становить:

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Наслідки

1. Будь-яке тіло (будь-яка частинка), що має масу, несе із собою запас енергії. Навіть якщо $v = 0$, то тіло все одно має енергію (енергія спокою): $E = mc^2$
2. Зміна енергії тіла прямо пропорційна зміні його маси: $\Delta E = \Delta mc^2$
3. У випадках, коли тіло (частинка) рухається зі швидкістю, яка набагато менша, ніж швидкість світла ($v \ll c$), то:

$$E(v) = mc^2 + \frac{mv^2}{2}$$

mc^2 – енергія спокою; $\frac{mv^2}{2}$ – кінетична енергія.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Як змінюється довжина предмета, якщо він рухається з незмінною швидкістю?
2. Який час називають власним часом події?
3. Як змінюється інтервал часу для тіла, яке рухається з незмінною швидкістю?

4. Який експеримент підтверджує ефект уповільнення часу?
5. Наведіть формулу залежності енергії тіла від швидкості його руху. Якого вигляду набуває ця формула у випадку малих швидкостей руху ($v \ll c$)?
6. Який зміст має величина mc^2 ?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 28

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Основні положення молекулярно-кінетичної теорії

Мета заняття ***Учбова:*** Формувати знання учнів про предмет МКТ, про величини, що характеризують молекули; формувати знання про основні положення МКТ будови речовини, про якісну відмінність теплового руху молекул від механічного руху тіл; формувати вміння учнів пояснювати фізичні явища та процеси, з'ясовувати їх закономірності.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Основні положення МКТ</i> - <i>Характеристика частинок</i>
4 Заключна частина	5 хв.	- відповіді на запитання студентів.

Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)		- обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 26, № 26 (2,3)
---	--	---

Література

64. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
65. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
66. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.
- 67.

Навчальні матеріали лекції

1. Основні положення МКТ

Молекулярна фізика – це розділ фізики, який вивчає будову, фізичні властивості та агрегатні стани речовини на основі їх мікроскопічної (молекулярної) будови.

Молекулярно-кінетична теорія (МКТ) – теорія, яка пояснює будову та властивості речовини на основі закономірностей руху і взаємодії частинок, з яких складаються тіла.

1. Усі речовини складаються з частинок – атомів, молекул, йонів, тобто мають дискретну будову; між частинками є проміжки.

2. Частинки речовини перебувають у невпинному безладному (хаотичному) русі; такий рух називають тепловим.

3. Частинки взаємодіють одна з одною (притягуються і відштовхуються).

Атом – найменша частинка, яка є носієм властивостей хімічного елемента.

Кожному хімічному елементу відповідає певний атом, який позначають символом елемента (атом Гідрогену Н, атом Карбону С, атом Урану U).

Атом має складну структуру та являє собою *ядро*, оточене *хмарою електронів*. Кількість електронів в атомі дорівнює кількості протонів у його ядрі. Заряд

електрона за модулем дорівнює заряду протона, тому атом є електрично нейтральним.

Молекула – найменша частинка речовини, яка має хімічні властивості цієї речовини та складається з атомів.

Якщо атом або молекула втратили один або кілька електронів, вони стають *позитивним йоном*; якщо ж до атома (молекули) приєдналися один або кілька електронів, утворюється *негативний йон*.

Проблемне питання

- Наскільки малими є атоми та молекули?

Розміри більшості молекул і діаметри всіх атомів становлять порядку 10^{-10} м. Зрозуміло, що й маси атомів і молекул теж малі (порядку 10^{-26} кг). Вимірювати їх у таких одиницях, як кілограм, дуже незручно, тому було впроваджено позасистемну одиницю.

Атомна одиниця маси дорівнює 1/12 маси атома Карбону $^{12}_6\text{C}$:

$$1 \text{ а. о. м.} = \frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C}) = 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Відносна молекулярна (відносна атомна) маса – це маса молекули (атома), подана в атомних одиницях маси.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C})} \quad A_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_0(^{12}_6\text{C})}$$

Відносна молекулярна маса показує, у скільки разів маса m_0 молекули більша, ніж 1/12 маси атома Карбону $^{12}_6\text{C}$.

Наприклад, молекула води (H_2O) утворена двома атомами Гідрогену ($A_r(^1_1\text{H}) = 1 \text{ а. о. м.}$) й одним атомом Оксигену ($A_r(^{16}_8\text{O}) = 16 \text{ а. о. м.}$), тому відносна молекулярна маса води ($M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ (а. о. м.)}$).

Маса молекули води $m_0 = 18 \text{ а. о. м} = 18 \cdot 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$.

2. Характеристика частинок

Проблемне питання

- Яка кількість молекул міститься у склянці води?
- На скільки зручно рахувати таку величезну кількість молекул?

Один моль – це кількість речовини, яка містить стільки частинок речовини (атомів, молекул, йонів), скільки атомів Карбону міститься у вуглецю масою 12 г.

Стала Авогадро:

$$N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Кількість речовини – це фізична величина, яка дорівнює кількості молів частинок речовини.

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

N – число частинок речовини.

Одиниця кількості речовини в СІ – **моль**:

$$[\nu] = 1 \text{ моль}$$

Молярна маса M речовини – це маса даної речовини, узятій в кількості **1 моль** ($6,02 \cdot 10^{23}$ молекул).

$$M = m_0 \cdot N_A$$

m_0 – маса молекули (атома) даної речовини.

Одиниця молярної маси в СІ – **кілограм на моль**:

$$[M] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Молярна маса дорівнює відносній молекулярній масі, поданій у грамах:

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Кількість речовини масою m і молярною масою M можна визначити за формулою:

$$\nu = \frac{m}{M}$$

Число N молекул речовини дорівнює:

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Назвіть основні положення МКТ.
2. Із яких частинок складається молекула?
3. Яку будову має атом?
4. У яких одиницях прийнято вимірювати масу молекул? кількість молекул?
5. Яким є фізичний зміст сталої Авогадро?
6. Дайте характеристику таких фізичних величин, як кількість речовини; молярна маса.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 29

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Рух і взаємодія молекул

Мета заняття

Учбова: Формувати знання учнів про предмет МКТ, про величини, що характеризують молекули; формувати знання про основні положення МКТ будови речовини, про якісну відмінність теплового руху молекул від механічного руху тіл; формувати вміння учнів пояснювати фізичні явища та процеси, з'ясовувати їх закономірності.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Броунівський рух</i> - <i>Дифузія та її застосування</i> - <i>Швидкість руху молекул</i> - <i>Взаємодія молекул</i> - <i>Фазові стани речовини</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 27, № 27 (7)

Література

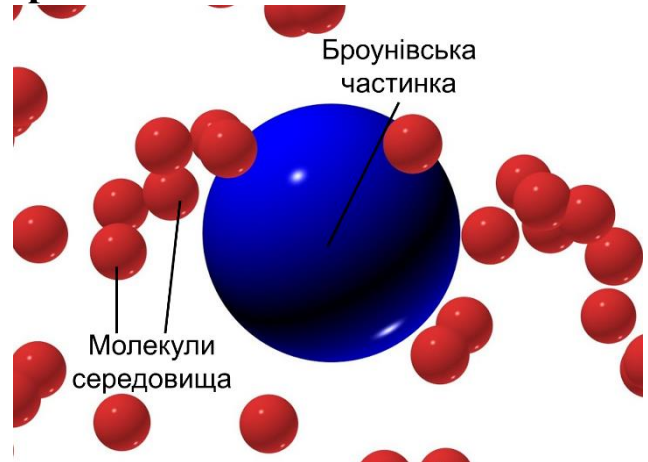
68. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
69. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
70. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.
- 71.

Навчальні матеріали лекції

1. Броунівський рух

Броунівський рух – хаотичний рух видимих у мікроскоп малих макрочастинок, завислих у рідині або газі, який відбувається під дією ударів молекул рідини або газу.

Роберт Броун (1773–1858) першим спостерігав це явище в 1827 р. Розглядаючи в мікроскоп завислі у воді пилкові зерна, Броун помітив, що вони безперервно рухаються, постійно змінюючи швидкість.



Проблемне питання

- Яка причина броунівського руху?

Причина броунівського руху – *хаотичний рух молекул середовища*. Рухаючись, мікрочастинки середовища безперервно бомбардують завислу в ньому макрочастинку. При цьому сумарна сила ударів з одного боку може випадково виявитися більшою, ніж з іншого боку. Якщо макрочастинка досить мала (1 мкм), то внаслідок ударів вона починає рух; потім інші поштовхи спричиняють зміну її швидкості.

Проблемні питання

- Чому більші частинки «топчуться» на місці?
- Чому зі збільшенням температури рідини швидкість руху броунівської частинки збільшується?

2. Дифузія та її застосування

Проблемне питання

- Що таке дифузія?

Дифузія – процес взаємного проникнення молекул однієї речовини між молекулами іншої, який відбувається внаслідок теплового руху цих молекул.

Унаслідок теплового хаотичного руху молекул сироп змішався з водою протягом доби, дві відшліфовані та притиснуті одна до одної пластинки свинцю та золота «зрослися» на 1 мм протягом 5 років.

Проблемне питання

- При яких умовах швидкість дифузії збільшується чи зменшується?

У будь-яких середовищах швидкість дифузії збільшується з підвищенням температури і тиску.

- Де застосовують дифузію?

Дифузійні процеси надзвичайно важливі для одержання та оброблення деяких матеріалів. Дифузія у твердих тілах забезпечує з'єднання металів під час зварювання, паяння, нікелювання. За допомогою дифузії поверхневий шар металевих виробів насичують вуглецем, забезпечуючи їх міцність.

Осмоз – процес одnobічної дифузії крізь напівпроникну перегородку (мембрану) молекул розчинника в бік більшої концентрації розчиненої речовини.

Наприклад, якщо гострим ножем відрізати скибку лимона, то сік практично не виділиться; якщо ж посипати скибку цукром, то з'явиться сік. Виділяючись із лимона, сік ніби прагне розбавити концентрований розчин цукру, що утворився на зрізі.

У природі завдяки осмосу поживні речовини та вода проникають із ґрунту в корені рослин, із травного тракту – в організми істот і безпосередньо в клітини; кисень із легеневих альвеол надходить у кров тощо. У промисловості осмос використовують для очищення води, виробництва напоїв, отримання деяких полімерів.

3. Швидкість руху молекул

Проблемне питання

- Як швидко рухаються молекули?

Молекули в газах рухаються дуже швидко – зі швидкістю кулі (див. таблицю), але далеко «полетіти» не можуть, бо щосекунди зазнають понад мільярд зіткнень з іншими молекулами. Тому *траєкторії руху молекул являють собою складні ламані лінії*, подібні до траєкторії руху броунівської частинки.

Температура газу, °C	Середня квадратична швидкість руху молекул газу, м/с		
	H ₂	O ₂	CO ₂
0	1693	425	362
20	1755	440	376
100	1980	496	422
200	2232	556	475

4. Взаємодія молекул

Проблемне питання

- Як і чому взаємодіють молекули?

МКТ стверджує, що між молекулами одночасно існують як сили притягання, так і сили відштовхування.

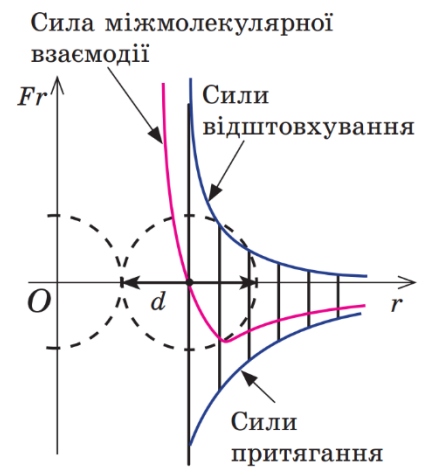
Основна причина виникнення цих сил – електричне притягання та відштовхування заряджених частинок, які утворюють атом: позитивно заряджене ядро одного атома притягується до негативно зарядженої електронної хмари іншого атома; разом із тим ядра цих атомів відштовхуються одне від одного, відштовхуються і їх електронні хмари.

Якщо відстань r між молекулами менша від розмірів d самих молекул ($r < d$), то переважають сили відштовхування, тому молекули відштовхуються одна від одної.

За відстані $r = d$ сили притягання і сили відштовхування врівноважуються.

У разі подальшого збільшення відстані між молекулами ($r > d$) починають переважати сили притягання й молекули притягуються одна до одної.

На відстані d молекули перебувають у стані стійкої рівноваги.



5. Фазові стани речовини

В МКТ розрізняють три фазові (агрегатні) стани речовини: рідкий, твердий, газоподібний (існує і четвертий стан – плазма, він найпоширеніший у Всесвіті, адже саме у стані плазми перебуває речовина в зорях).

Змінення фазового стану називають *фазовим переходом*.

Фазові (агрегатні) стани речовини		
Газоподібний	Рідкий	Твердий кристалічний
Не зберігає ані об'єму, ані форми (займає весь наданий об'єм)	Зберігає об'єм, не зберігає форму	Зберігає як об'єм, так і форму
Відстані між молекулами набагато більші за їх розміри	Відстані між молекулами малі	Відстані між молекулами малі
Взаємодія між молекулами – тільки під час зіткнень	Взаємодія між молекулами досить сильна	Взаємодія між молекулами досить сильна
Молекули розташовані хаотично	Існує тільки ближній порядок	Існує дальній порядок (кристалічні ґратки)
Молекули рухаються приблизно по ламаних лініях	Молекули коливаються, зрідка «стрибаючи» на сусіднє вільне місце	Молекули коливаються навколо своїх

		рівноважних положень у кристалічних ґратках
Гази легко стискаються	Стиснути рідину практично неможливо	Тверді тіла дуже важко стиснути

Аморфні тіла – тіла, що частинки яких не утворюють кристалічні ґратки і в цілому розташовані безладно (смола, скло, віск, бурштин).

Речовини в аморфному стані нагадують дуже в'язкі рідини. Якщо покласти в посудину кристалики солі, вони ніколи не зберуться в один великий кристал. А от якщо покласти в посудину шматочки смоли, яка є аморфною речовиною, то через кілька днів смола зіллється і набуде форми посудини.

На відміну від кристалічних, *аморфні речовини не мають певної температури плавлення*, а переходять у рідкий стан поступово розм'якшуючись.

Аморфний стан речовин є порівняно хитким – поступово відбувається кристалізація. Так, скло має аморфну структуру, але згодом у ньому утворюються помутніння – дрібні кристалики кварцу.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. У чому причина броунівського руху?
2. Що таке дифузія? Наведіть приклади проявів і застосування дифузії в науці, техніці, природі, житті людини.
3. Чи є правильним твердження, що швидкості руху молекул певного газу за однакової температури є однаковими?
4. У чому причина міжмолекулярної взаємодії?
5. За яких умов між молекулами виявляються сили міжмолекулярного притягання? відштовхування?
6. Поясніть фізичні властивості речовин у різних фазових станах із точки зору МКТ.
7. У чому відмінності аморфного і кристалічного станів речовини?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 30

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Основне рівняння МКТ ідеального газу

Мета заняття *Учбова:* Формувати уявлення учнів про ідеальний газ як найпростішу модель реального газу; про основне рівняння МКТ; формувати вміння застосувати основне рівняння МКТ для розв'язування задач; встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтувати твердження.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Мікроскопічні і макроскопічні параметри</i> - <i>Ідеальний газ</i> - <i>Основне рівняння МКТ ідеального газу</i> - <i>Зв'язок тиску з середньою кінетичною енергією молекули.</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 28, № 28 (2,4)

Література

72. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
73. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. –303 с

74.Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи.

Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

75.

Навчальні матеріали лекції

1. Мікроскопічні і макроскопічні параметри

Мікроскопічні параметри – це фізичні величини, які характеризують властивості та поведінку окремих мікрочастинок речовини. (маси молекул, їх швидкості, концентрація)

Макроскопічні параметри – це фізичні величини, які характеризують властивості та поведінку макроскопічних тіл без урахування їх молекулярної будови. (об'єм, тиск, температура)

Основне завдання МКТ:

Встановити зв'язок між макроскопічними і мікроскопічними параметрами речовини й, виходячи з цього, знайти рівняння стану даної речовини. Наприклад, знаючи масу молекул, їх середні швидкості й концентрацію, можна знайти об'єм, тиск і температуру даної маси газу, а також визначити тиск газу, якщо відомі його об'єм і температура.

2. Ідеальний газ

Ідеальний газ – це фізична модель газу, молекули якого приймають за матеріальні точки, що не взаємодіють одна з одною на відстані та пружно взаємодіють у моменти зіткнення.

З точки зору молекулярних уявлень, гази складаються з атомів або молекул, відстані між якими значно більші за їх розміри. Внаслідок цього сили взаємодії між молекулами газів практично відсутні. Взаємодія між ними фактично відбувається лише під час короткочасних зіткнень.

Оскільки взаємодія молекул ідеального газу зводиться лише до короткочасних зіткнень і розміри молекул не впливають на тиск і температуру газу, ми можемо вважати, що: ідеальний газ – набір невзаємодіючих матеріальних точок.

3. Основне рівняння МКТ ідеального газу

Проблемне питання

• Чи є сенс розглядати рух кожної окремої молекули та встановлювати швидкість її руху в даний момент часу?

Число молекул величезне, і за секунду кожна молекула змінює швидкість свого руху мільярди разів. Тому фізики використовують *середні значення швидкостей молекул*.

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

$\overline{v^2}$ – середній квадрат швидкості

N – число молекул

$v_1, v_2, \dots, v_N$ – швидкості руху окремих молекул

Середня квадратична швидкість руху молекул – це квадратний корінь із середнього квадрата швидкості.

$$\bar{v}_{\text{кв}} = \sqrt{\overline{v^2}}$$

Тиск газу є результатом зіткнення молекул газу зі стінками посудини.

Чим швидше рухаються молекули газу і чим більшою є маса цих молекул, тим більшою буде сила їх ударів і тим більший тиск створюватиме газ.

Основне рівняння МКТ ідеального газу:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}$$

p – тиск ідеального газу

m_0 – маса однієї молекули газу

n – концентрація молекул $n = \frac{N}{V}$, $[n] = \text{м}^{-3}$

$\overline{v^2}$ – середнє значення квадрата швидкості молекул

Коефіцієнт 1/3 зумовлений тривимірністю простору – тим, що під час хаотичного руху молекул всі три напрями рівноправні.

Проблемне питання

- Чому тиск газу збільшується зі збільшенням концентрації молекул?

4. Зв'язок тиску з середньою кінетичною енергією молекули.

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$$

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} \frac{n m_0 \overline{v^2}}{2} = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення макроскопічних і мікроскопічних параметрів. Наведіть приклади.

2. Дайте означення ідеального газу.

3. Що таке середній квадрат швидкості руху молекул? середня квадратична швидкість руху молекул?

4. Чому газ тисне на стінки посудини?

5. Які параметри пов'язує основне рівняння МКТ ідеального газу? Запишіть це рівняння.

6. Яким співвідношенням пов'язані тиск і середня кінетична енергія поступального руху молекул ідеального газу? тиск і густина ідеального газу?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 31

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Температура. Температурна шкала Кельвіна

Мета Учбова: Формувати уявлення учнів про ідеальний газ як найпростішу модель реального газу; про основне рівняння МКТ; формувати вміння

заняття

застосувати основне рівняння МКТ для розв'язування задач;
встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтувати твердження.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Температура</i> - <i>Термометри</i> - <i>Температура і середня кінетична енергія молекул</i> - <i>Абсолютна шкала температур</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 29, № 29 (2,4)

Література

76. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за

ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл

77.Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с

78.Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.

79.

Навчальні матеріали лекції

1. Температура

Однаково нагріті тіла, контактуючи одне з одним, не змінюють своїх властивостей, і тоді кажуть, що ці тіла перебувають у стані теплової рівноваги.

Температура – фізична величина, яка характеризує стан теплової рівноваги макроскопічної системи.

Стан теплової рівноваги – це такий стан макроскопічної системи, коли всі макроскопічні параметри системи залишаються незмінними як завгодно довго.

2. Термометри

Проблемне питання

- Як можна виміряти температуру?

Термометри – прилади для вимірювання температури через перетворення тепла в покази або в сигнали.

Основні частини будь-якого термометра: термометричне тіло (ртуть або спирт у рідинному термометрі, біметалева пластина в металевому деформаційному термометрі тощо) і шкала.

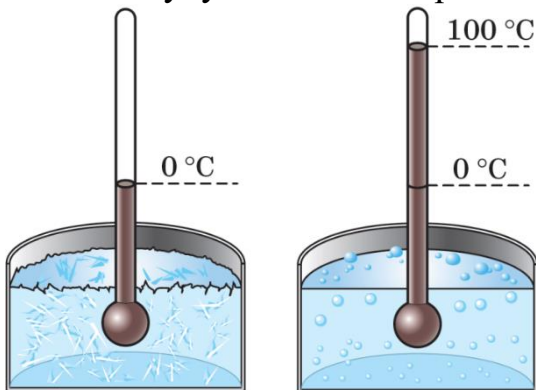
Дія термометрів заснована на тому, що зі зміною температури тіла змінюються певні макроскопічні параметри термометричного тіла (об'єм, електричний опір).

Види термометрів і принципи їх дії:

- рідинний (зміна об'єму рідини зі зміною температури);
- термометр опору (зміна опору провідника зі зміною температури);
- біметалевий деформаційний (зміна довжин двох різних металевих пластин зі зміною температури).

Проблемне питання

- Як будують шкали термометрів та які вони бувають?

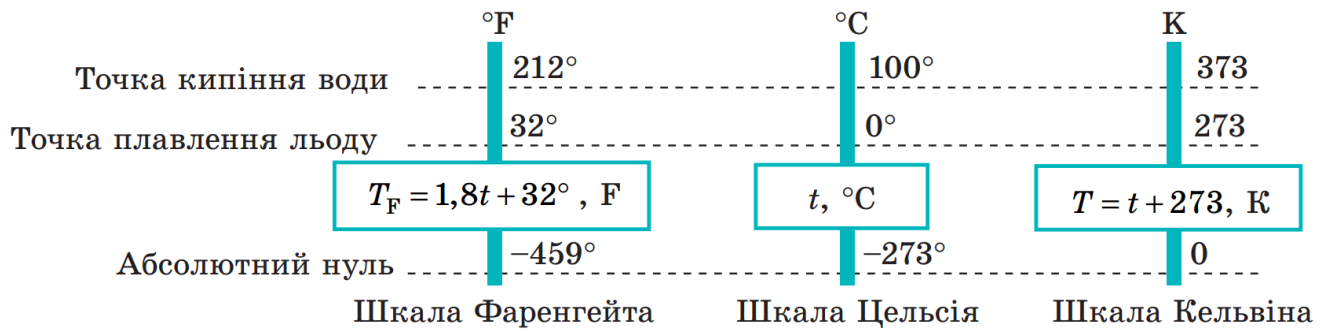


Наприклад, за нульову точку температурної шкали Цельсія взято температуру танення льоду за нормального атмосферного тиску ($t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Температурі кипіння води за нормального атмосферного тиску приписують значення $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Одиниця температури за шкалою Цельсія – градус Цельсія:

$$[t] = 1^{\circ}\text{C}$$

Найпоширенішими температурними шкалами є шкали Цельсія, Кельвіна, Фаренгейта.



3. Температура і середня кінетична енергія молекул

Проблемне питання

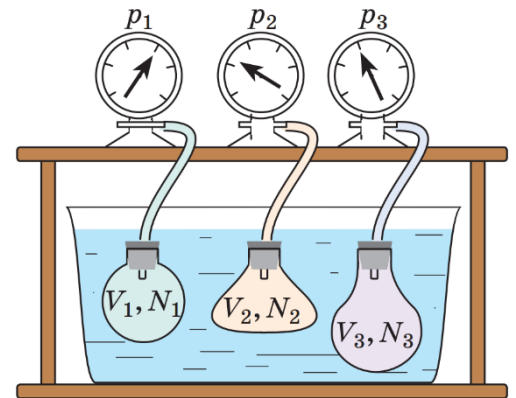
Припустимо: якщо гази перебувають у стані теплової рівноваги, то середні кінетичні енергії молекул цих газів будуть однаковими.

- Як це довести, адже безпосередньо виміряти ці енергії неможливо?

Основне рівняння МКТ ідеального газу:

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k \quad n = \frac{N}{V} \quad \Rightarrow \quad \bar{E}_k = \frac{3pV}{2N}$$

Дослід, який дозволяє встановити зв'язок між температурою і середньою кінетичною енергією поступального руху молекул газу. Гази в посудинах перебувають у стані теплової рівноваги із середовищем, а отже, й один з одним.



Вимірювання підтверджують, що для будь-яких розріджених газів виконуються співвідношення:

$$\frac{p_1 V_1}{N_1} = \frac{p_2 V_2}{N_2} = \frac{p_3 V_3}{N_3} \quad \Rightarrow \quad \bar{E}_{k1} = \bar{E}_{k2} = \bar{E}_{k3}$$

Відношення $\frac{pV}{N}$ часто позначають літерою θ (тета). $\bar{E}_k = \frac{3pV}{2N} = \frac{3}{2} \theta$

4. Абсолютна шкала температур

У 1848 р. англійський фізик Вільям Томсон (лорд Кельвін) (1824–1907) запропонував абсолютну шкалу температур (зараз її називають шкалою Кельвіна).

Абсолютна температура – це температура T , виміряна за шкалою кельвіна.

Одиниця абсолютної температури – **кельвін** – основна одиниця СІ:

$$[T] = 1 \text{ К}$$

Шкала Кельвіна побудована таким чином, що:

- зміна температури за шкалою Кельвіна дорівнює зміні температури за шкалою Цельсія: $\Delta t = \Delta T$, тобто ціна поділки шкали Кельвіна дорівнює ціні поділки шкали Цельсія: $1^\circ\text{C} = 1\text{ K}$;

- температури, виміряні за шкалами Кельвіна і Цельсія, пов'язані співвідношеннями:

$$T = t + 273 \qquad t = T - 273$$

- температура за шкалою Кельвіна пов'язана з величиною $\theta = \frac{pV}{N}$ співвідношенням $\theta = kT$, де k – стала Больцмана – коефіцієнт пропорційності, який не залежить ані від температури, ані від складу та кількості газу:

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Середня кінетична енергія поступального руху молекул ідеального газу прямо пропорційна абсолютній температурі:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

Абсолютний нуль температури – це абсолютна нижня межа температури, за якої рух молекул і атомів має припинитися.

Тобто, якщо газ охолодити до температури $T = 0\text{ K}$, рух його молекул має припинитися $\bar{E}_k = 0$. Таким чином, нульова точка шкали Кельвіна – це найнижча теоретично можлива температура. Насправді рух молекул не припиняється ніколи, тому досягти температури 0 K ($-273,15^\circ\text{C}$) неможливо.

Тиск p газу повністю визначається його абсолютною температурою T і концентрацією n молекул газу:

$$p = nkT$$

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. За яких умов система перебуває в стані теплової рівноваги?
2. Дайте означення температури.
3. Що таке термометр? Яким є принцип його дії? Які види термометрів ви знаєте?
4. Охарактеризуйте температурні шкали Цельсія та Кельвіна. Як вони пов'язані?
5. Доведіть, що температура – міра середньої кінетичної енергії руху молекул.
6. Як пов'язані тиск газу та абсолютна температура?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 32

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Рівняння стану ідеального газу. Ізопроцеси

**Мета
заняття**

Учбова: Формувати уявлення учнів про ізопроееси, формувати знання щодо газових законів і вміння застосовувати їх для розв'язування задач, будувати й аналізувати графіки ізопроеесів.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Рівняння стану ідеального газу</i> - <i>Рівняння Клапейрона</i> - <i>Ізопроееси</i> - <i>Ізотермічний процес. Закон Бойля – Маріотта</i> - <i>Ізобарний процес. Закон Гей-Люссака</i> - <i>Ізохорний процес. Закон Шарля</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 30, № 30 (1,2)

Література

80. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
81. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
82. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Рівняння стану ідеального газу

$$p = nkT \quad n = \frac{N}{V} \quad \Rightarrow \quad pV = NkT \quad N = \frac{m}{M} N_A$$

$$pV = \frac{m}{M} N_A kT$$

Універсальна газова стала (R) – це добуток числа Авогадро N_A на сталу Больцмана k .

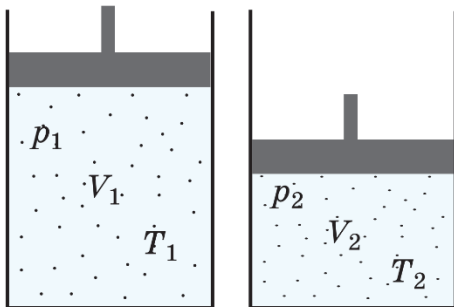
$$R = N_A k = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва – Клапейрона):

$$pV = \frac{m}{M} RT \quad \text{або} \quad pV = \nu RT$$

Назване на честь російського хіміка й фізика Дмитра Івановича Менделєєва (1834–1907) і французького фізика Бенуа Поля Еміля Клапейрона (1799–1864).

2. Рівняння Клапейрона



Для кожного стану запишемо рівняння Менделєєва – Клапейрона:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1 \quad p_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R \quad \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R$$

Рівняння Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{pV}{T} = \text{const}$$

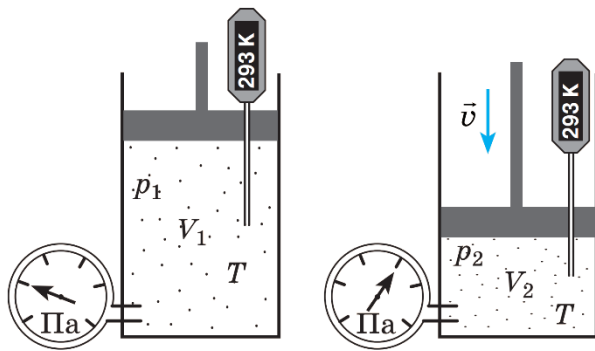
Для даного газу деякої маси відношення добутку тиску на об'єм до температури газу є незмінним.

3. Ізопроцеси

Ізопроцес – це процес, у ході якого один із макроскопічних параметрів (тиск, об'єм, температура) даного газу деякої маси залишається незмінним.

4. Ізотермічний процес. Закон Бойля – Маріотта

Ізотермічний процес – процес змінювання стану даного газу деякої маси, що відбувається за незмінної температури.



Якщо повільно опускати поршень, температура газу під поршнем буде лишатися незмінною і дорівнюватиме температурі навколишнього середовища. Тиск газу при цьому буде збільшуватися.

$$\frac{p_1 V_1}{T} = \frac{p_2 V_2}{T} \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$$

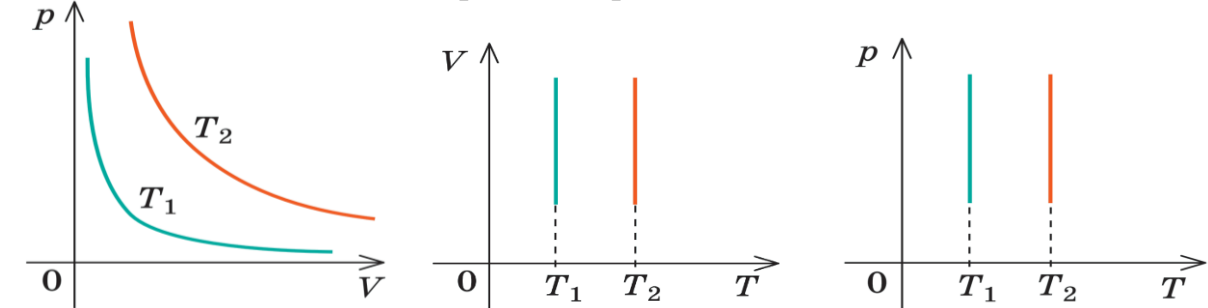
Закон Бойля – Маріотта:

Для даного газу деякої маси добуток тиску газу на його об'єм є незмінним, якщо температура газу не змінюється:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{або} \quad pV = \text{const} = \frac{m}{M} RT$$

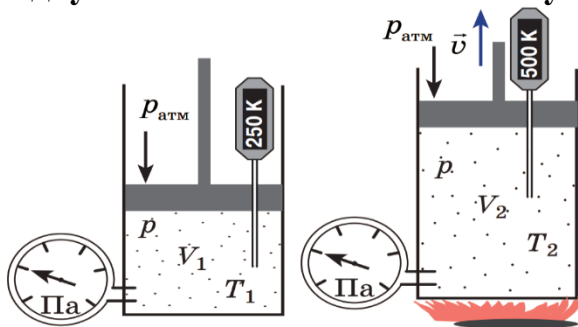
Цей закон незалежно один від одного відкрили ірландський фізик і хімік Роберт Бойль (1627–1691) у 1662 р. і французький фізик Едм Маріотт (1620–1684) у 1676р.

Ізотерми – це графіки ізоермічних процесів ($T_1 < T_2$).



5. Ізобарний процес. Закон Гей-Люссака

Ізобарний процес – процес змінювання стану даного газу деякої маси, що відбувається за незмінного тиску.



Якщо газ перебуває під важким поршнем масою M і площею S , який може переміщуватися практично без тертя, то в разі збільшення температури об'єм газу буде збільшуватися, а тиск газу лишатиметься незмінним і дорівнюватиме

$$p = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}$$

$$\frac{pV_1}{T_1} = \frac{pV_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

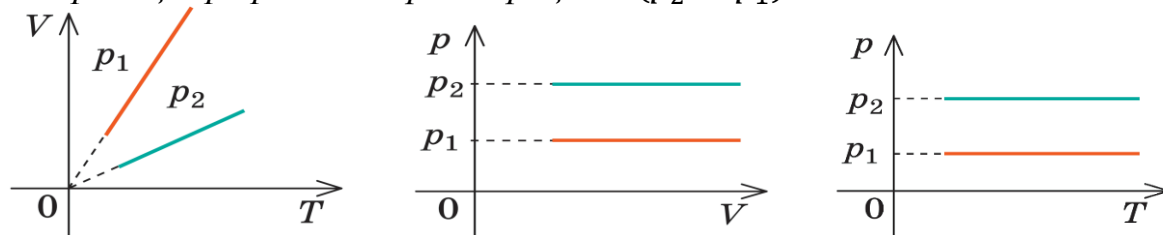
Закон Гей-Люссака:

Для даного газу деякої маси відношення об'єму газу до температури є незмінним, якщо тиск газу не змінюється:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{V}{T} = \text{const} = \frac{m}{M} \cdot \frac{R}{p}$$

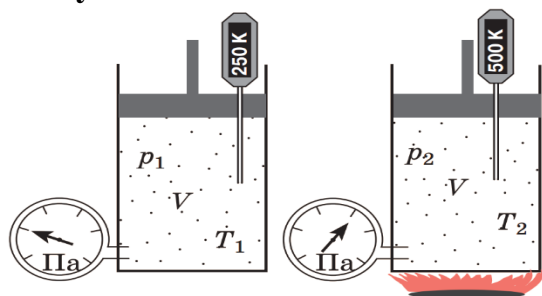
Цей закон експериментально встановив у 1802 р. французький фізик Жозеф Луї Гей-Люссак (1778–1850).

Ізобари – це графіки ізобарних процесів ($p_2 > p_1$).



6. Ізохорний процес. Закон Шарля

Ізохорний процес – процес змінювання стану даного газу деякої маси, що відбувається за незмінного об'єму.



Якщо газ перебуває в циліндрі під закріпленим поршнем, то зі збільшенням температури тиск газу теж збільшуватиметься. Дослід показує, що в будь-який момент часу відношення тиску газу до його температури буде незмінним.

$$\frac{p_1 V}{T_1} = \frac{p_2 V}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

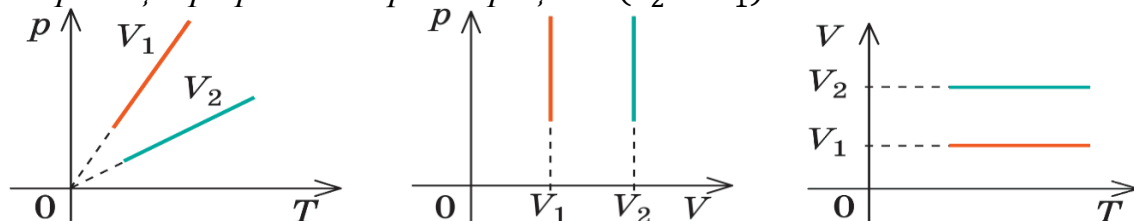
Закон Шарля:

Для даного газу деякої маси відношення тиску газу до його температури є незмінним, якщо об'єм газу не змінюється:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{p}{T} = \text{const} = \frac{m}{M} \cdot \frac{R}{V}$$

Цей закон установив у 1787 р. французький учений Александр Сезар Шарль (1746–1823).

Ізохори – це графіки ізохорних процесів ($V_2 > V_1$).



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Які макроскопічні параметри пов'язує рівняння стану ідеального газу?
2. Дайте означення ізопроесу.
3. Який процес називають ізотермічним? Сформулюйте закон, що характеризує цей процес.
4. Який процес називають ізобарним? Сформулюйте закон, що характеризує цей процес. Опишіть дослід, за допомогою якого можна встановити цей закон.
5. Який процес називають ізохорним? Сформулюйте закон, що характеризує цей процес. Опишіть дослід, за допомогою якого можна встановити цей закон.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 33

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Пароутворення та конденсація. Насичена та ненасичена пара. Кипіння*

Мета заняття *Учбова:* Формувати уявлення учнів про процеси пароутворення, конденсації, кипіння; насичену і ненасичену пару; формувати вміння учнів встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати твердження.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркве опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Пароутворення. Випаровування</i> - <i>Швидкість випаровування</i> - <i>Конденсація. Насичена та ненасичена пари</i> - <i>Тиск насиченої пари</i> - <i>Кипіння</i> - <i>Температура кипіння</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 31, № 31 (1-5)

Література

83. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
84. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
85. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.
- 86.

Навчальні матеріали лекції

1. Пароутворення. Випаровування

Будь-яка речовина може переходити з одного агрегатного стану в інший.

Пароутворення – процес переходу речовини з рідкого стану в газоподібний.

Рідина може перетворитися на газ двома способами: *випаровуванням і кипінням.*

Випаровування – це процес пароутворення з поверхні рідини.

Із точки зору МКТ пароутворення – це такий процес, коли з поверхні рідини вилітають найшвидші молекули. В рідині завжди є молекули, кінетична енергія яких у кілька разів перевищує її середнє значення. Коли ці «швидкі» молекули опиняються на поверхні рідини, їх енергії вистачає для того, щоб, подолавши притягання сусідніх молекул, залишити рідину.

Висновки

Випаровування рідин відбувається за будь-якої температури (в рідині завжди є молекули, які рухаються досить швидко).

Випаровування супроводжується поглинанням енергії (під час випаровування виконується робота проти сил міжмолекулярного притягання та проти сил зовнішнього тиску).

Під час випаровування, якщо рідина не отримує енергії ззовні, вона охолоджується (під час випаровування рідину залишають найшвидші молекули, то середня кінетична енергія решти молекул зменшується).

2. Швидкість випаровування

Проведемо дослід

Одну склянку з водою поставимо на столі в кімнаті, а іншу на батарею опалення або в інше тепле місце. Вода спочатку випарується на тій склянці, яка стоїть у теплішому місці.

Швидкість випаровування залежить від температури рідини.

(Зі збільшенням температури рідини збільшується кількість «швидких» молекул, тому дедалі більша їх кількість має змогу подолати сили міжмолекулярного притягання й вилетіти за межі рідини)

Проведемо дослід

Наллємо однакову кількість води у склянку і широку посудину. Вода спочатку випарується з посудини, а потім - зі склянки.

Швидкість випаровування залежить від площі поверхні рідини.

(Чим більша площа поверхні рідини, тим більше на цій поверхні «швидких» молекул і тим швидше рідина випаровується)

Проведемо дослід

В дві однакові склянки наллємо воду і спирт. Через деякий час побачимо, що спирт випаровується набагато швидше.

Швидкість випаровування залежить від роду рідини.

(Повільніше випаровуються ті рідини, молекули яких сильніше взаємодіють одна з одною)

Проведемо спостереження

Над однією з двох однакових склянок з рідиною створимо потік повітря. Інтенсивність випаровування рідини з цієї посудини стає більшою.

Швидкість випаровування залежить від руху повітря.

(Біля поверхні рідини завжди існує «хмара» молекул, які повилітали з неї. Якщо є вітер, то він відносить молекули, що вилетіли з рідини, і не дає їм змоги повернутися)

3. Конденсація. Насичена та ненасичена пари

Конденсація – процес переходу речовини з газоподібного стану в рідкий.

Під час конденсації, навпаки, енергія виділяється.

За певної концентрації молекул пари настає **динамічна рівновага**: кількість молекул, які щосекунди повертаються до рідини, дорівнює кількості молекул, які щосекунди переходять із рідини в пару. Тепер макроскопічні параметри рідини та пари перестають змінюватися (якщо підтримується незмінна температура).

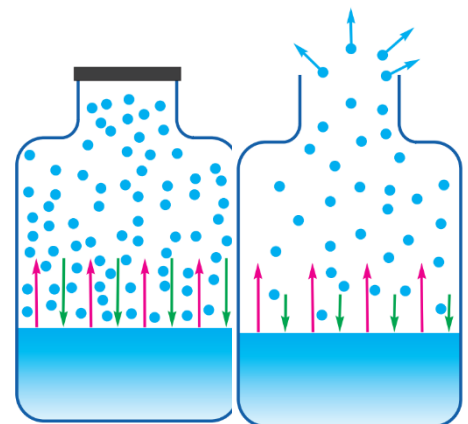
Насичена пара – це пара, яка перебуває у стані динамічної рівноваги зі своєю рідиною.

В закритій посудині пара над поверхнею рідини стає насиченою.

Ненасичена пара – це коли процес випаровування інтенсивніший за конденсацію.

4. Тиск насиченої пари

Проблемне питання



Тиск насиченої пари за 20 °С

Речовина

Тиск, мм рт. ст.

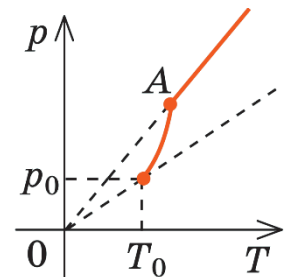
• Від яких чинників залежить тиск насиченої пари?

Для насиченої пари, як і для будь-якого газу, справджується рівність $p = nkT$.

Тиск насиченої пари залежить від роду рідини (оскільки концентрація молекул насиченої пари залежить від роду рідини)

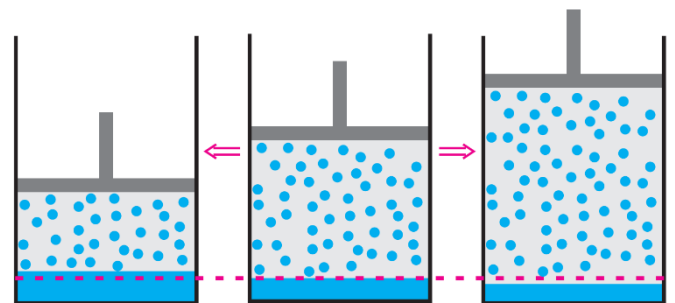
Ртуть	0,0013
Вода	17,36
Хлороформ	160,5
Ефір	442,4
Хлор	5798 (7,63 атм)
Амоніак	6384 (8,4 атм)

Тиск насиченої пари залежить від температури. Одочасно зі зростанням температури збільшується концентрація молекул пари. Одночасне збільшення концентрації молекул і температури спричиняє швидке зростання тиску.



Тиск, створюваний насиченою парою, є найбільшим тиском, який може створити пара даної рідини за даної температури.

Тиск насиченої пари не залежить від її об'єму.



$T = \text{const}$

5. Кипіння

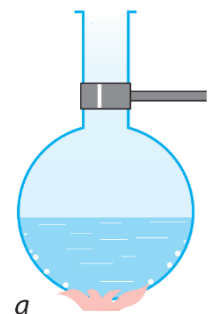
Проблемне питання

- Як і чому кипить рідина?

Проведемо дослід

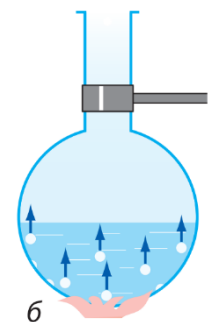
(Рисунок а)

- нагріваємо воду в колбі;
- дно та стінки колби вкриваються бульбашками (ці бульбашки містять повітря та насичену пару, тиск яких зростатиме зі зростанням температури);



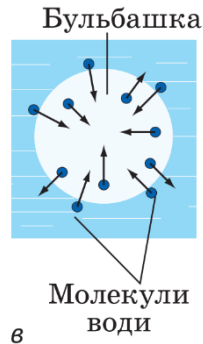
(Рисунок б)

- на бульбашки починає діяти архімедова сила (відриває бульбашки від дна посудини й вони піднімаються);
- на місцях бульбашок, що відірвалися, залишається невелика кількість газу (зародки нових бульбашок);
- водяна пара в бульбашках конденсується і бульбашки схлопуються (верхні шари рідини певний час холодніші за нижні, тому у верхніх шарах бульбашки схлопуються);



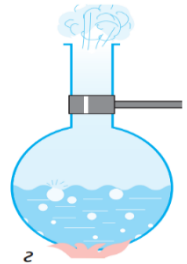
(Рисунок 6)

- температури верхніх і нижніх шарів зрівнюються;
- бульбашки, піднімаючись, уже не зменшуватимуться в об'ємі, а навпаки, будуть збільшуватися;
- всередину бульбашок активно випаровується вода;



(Рисунок 7)

- досягнувши поверхні рідини, бульбашки лопаються і викидають назовні значну кількість водяної пари;
- вода при цьому вирує і клекоче (вона закипіла);
- термометр у цей момент показує температуру 100 °С.



Кипіння – процес пароутворення, який відбувається по всьому об'єму рідини та супроводжується утворенням і збільшенням бульбашок пари.

6. Температура кипіння

Температура кипіння – температура, за якої рідина кипить.

Кипіння починається за температури, за якої тиск насиченої пари трохи перевищує зовнішній тиск.

Під час кипіння температура рідини не змінюється.

Будемо нагрівати далі вже киплячу воду і спостерігати за показами термометра. Побачимо, що стовпчик термометра застиг на позначці 100 °С.

Зі збільшенням зовнішнього тиску температура кипіння рідини зростає.

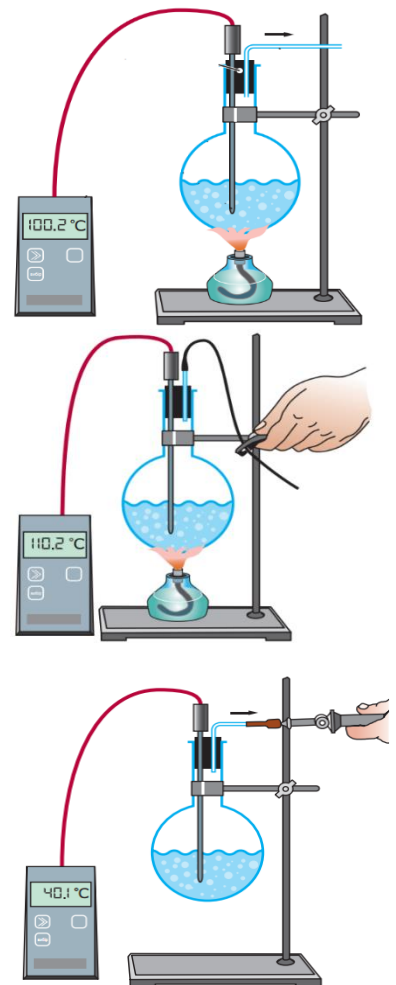
У разі затиснення трубки для відведення пари тиск усередині колби збільшується, і це приводить до підвищення температури кипіння рідини

Зі зменшенням зовнішнього тиску температура кипіння рідини знижується.

Наллємо в колбу теплу воду. За допомогою насоса відкачуємо з колби повітря. Через деякий час на внутрішній поверхні колби побачимо бульбашки газу. Якщо відкачувати повітря й далі, вода закипить, але вже за температури, нижчої від 100°С.

Температура кипіння залежить від наявності в рідині розчиненого газу.

Якщо довго кип'ятити воду, в такий спосіб видаливши з неї розчинений газ, то повторно за нормального тиску цю воду можна буде нагріти до температури, яка перевищує 100 °С. Таку воду називають *перегрітою*.



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що таке пароутворення? Які способи пароутворення ви знаєте?
2. Що називають випаровуванням? Якими є особливості випаровування?
3. Від яких чинників залежить швидкість випаровування? Чому? Наведіть приклади.
4. Що таке конденсація?
5. У чому полягає стан динамічної рівноваги?
6. Яку пару називають насиченою?
7. Від яких чинників і чому залежить тиск насиченої пари?
8. Дайте означення кипіння й опишіть цей процес.
9. Від яких чинників і чому залежить температура кипіння рідини?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 34

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Вологість повітря. Точка роси

Мета заняття ***Учбова:*** Формувати знання учнів про абсолютну і відносну вологість, точку роси; формувати уявлення учнів про методи вимірювання вологості повітря; формувати навички методологічного підходу до пізнавальної та практичної діяльності.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.

3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Вологість повітря</i> - <i>Прилади для вимірювання вологості</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 32, № 32 (1-4)

Література

87. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
88. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. — 303 с
89. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірівневі самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. — 192 с.
- 90.

Навчальні матеріали лекції

1. Вологість повітря

Абсолютна вологість ρ_a – фізична величина, яка характеризує вміст водяної пари в повітрі та чисельно дорівнює масі водяної пари, що міститься в 1 м³ повітря.

$$\rho_a = \frac{m_{H_2O}}{V}$$

Одиниця абсолютної вологості в СІ – **кілограм на метр кубічний**:

$t, ^\circ\text{C}$	$p_n, \text{кПа}$	$\rho_n, \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$
0	0,61	4,8
2	0,71	5,6
4	0,81	6,4
6	0,93	7,3

$$[\rho_a] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

В екваторіальних широтах вона може сягати 30 г/м^3 , до полюсів Землі знижується до $0,1 \text{ г/м}^3$.

Проблемне питання

- Чи можна скласти об'єктивну картину про ступінь вологості повітря знаючи тільки абсолютну вологість повітря?

Щоб визначити ступінь вологості повітря, необхідно розуміти, наскільки водяна пара близька до насичення. Для цього вводять поняття відносної вологості.

8	1,07	8,3
10	1,23	9,4
12	1,40	10,7
14	1,60	12,1
16	1,81	13,6
18	2,07	15,4
20	2,33	17,3
22	2,64	19,4
24	2,99	21,8
26	3,36	24,4
28	3,39	27,2
30	4,24	30,3

Відносна вологість φ – фізична величина, яка показує, наскільки водяна пара близька до насичення, і дорівнює поданому у відсотках відношенню абсолютної вологості до густини насиченої водяної пари за даної температури.

$$\varphi = \frac{\rho_a}{\rho_n} \cdot 100\% \quad \varphi = \frac{p_a}{p_n} \cdot 100\%$$

Точка роси t_p – температура, за якої водяна пара, що міститься в повітрі, стає насиченою.

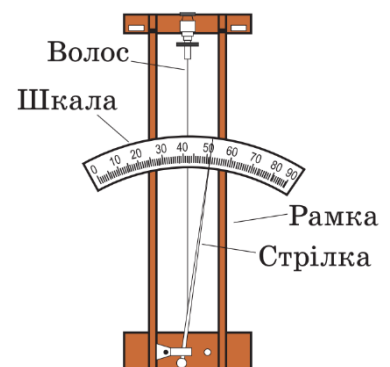
Проблемне питання

- Як виміряти вологість повітря?

Гігрометри – прилади для прямого вимірювання вологості повітря.

Принцип дії **волосяного гігрометра** базується на властивості знежиреної волосини збільшувати свою довжину зі збільшенням вологості повітря.

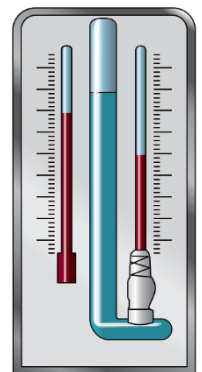
Будова волосяного гігрометра: волосину натягують на металеву рамку; зміна довжини волосини передається стрілці, яка переміщується вздовж шкали.



Психрометр складається з двох термометрів – *сухого*, який вимірює температуру довкілля, і *вологого* – його колба обгорнута тканиною, кінчик якої опущений у посудину з водою. Вода з тканини випаровується, і вологий термометр показує нижчу температуру, ніж сухий. Чим нижча відносна вологість повітря, тим швидше випаровується рідина і тим більша різниця показів сухого та вологого термометрів.

Відносну вологість визначають за допомогою психрометричної таблиці.

Наприклад, сухий термометр показує 22°C , а вологий 14°C ; різниця температур $\Delta t = 22^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C}$. Із таблиці бачимо, що $\varphi = 40\%$.



Психрометрична таблиця

Показ сухого термометра $t, ^\circ\text{C}$	Різниця показів сухого і вологого термометрів $\Delta t, ^\circ\text{C}$										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Відносна вологість $\varphi, \%$										
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33

Проблемне питання

- Чому потрібно стежити за вологістю повітря?

Людина відчувається добре за відносної вологості 50-65 %. Для її здоров'я шкідливе як надмірно сухе, так і дуже вологе повітря. Надлишкова вологість сприяє розмноженню різних хвороботворних грибків; у сухому повітрі людина швидко стомлюється, у неї дере в горлі, пересихають губи, стає сухою шкіра тощо. Якщо повітря занадто сухе, то пил, не зв'язаний вологою, літає по всьому приміщенню, і це особливо небезпечно для людей, які потерпають від алергії. Недостатня вологість призводить до загибелі чутливих до рівня вологості домашніх рослин; тріщини на предметах із дерева, розладнані музичні інструменти – теж результат недостатньої вологості повітря. Вологість повітря важливо враховувати у ткацькому, кондитерському та інших виробництвах; під час зберігання книжок і картин; у лікуванні багатьох хвороб тощо.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Наведіть характеристики абсолютної та відносної вологостей повітря як фізичних величин.
2. Як можна збільшити відносну вологість?
3. Які прилади для визначення вологості повітря ви знаєте? Опишіть будову і принцип дії кожного з них.

4. Що називають точкою роси? Як, знаючи точку роси, визначити абсолютну вологість? відносну вологість?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 35

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Поверхневий натяг рідини. Змочування. Капілярні явища

Мета заняття ***Учбова:*** Формувати уявлення учнів про особливості будови та властивості рідин, про прояв дії сил поверхневого натягу; формувати вміння учнів пояснювати явища поверхневого натягу та змочування на основі МКТ; формувати вміння пояснювати фізичні явища і процеси, планувати та проводити експерименти.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Поверхневий шар рідини</i> - <i>Сила поверхневого натягу</i> - <i>Змочування. Незмочування</i> - <i>Капілярні явища</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г.

Література

91. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
92. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
93. Кирик, Л. А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

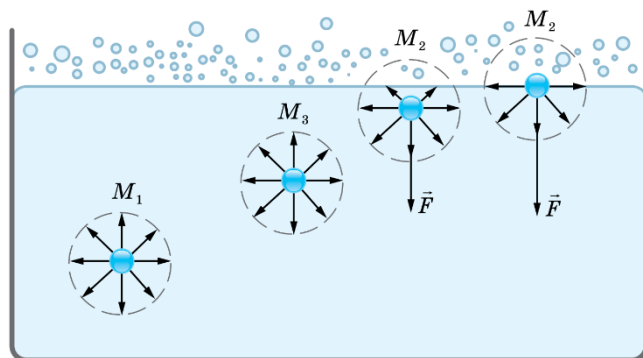
Навчальні матеріали лекції

1. Поверхневий шар рідини

На кожен молекулу рідини діють сили притягання сусідніх молекул. Ці сили для молекули M_1 що містяться всередині рідини, взаємно скомпенсовані, тобто середнє значення рівнодійної сил притягання близьке до нуля.

Рівнодійна сил притягання F , що діє на молекули, які містяться на поверхні рідини, відмінна від нуля, адже з рідини на неї діє набагато більше молекул, ніж із газу.

Це означає, що молекули поверхневого шару рідини (порівняно з молекулами всередині рідини) мають надлишкову потенціальну енергію.



Поверхнева енергія $W_{\text{пов}}$ – надлишкова енергія, що є складником внутрішньої енергії рідини.

$$W_{\text{пов}} = \sigma S$$

S – площа поверхні рідини

σ (сигма) – коефіцієнт пропорційності (поверхневий натяг рідини)

Поверхневий натяг рідини – фізична величина, яка характеризує дану рідину і дорівнює відношенню поверхневої енергії до площі поверхні рідини.

$$\sigma = \frac{W_{\text{пов}}}{S}$$

Одиниця поверхневого натягу в СІ – **ньютон на метр:**

$$[\sigma] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} = 1 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Поверхневий натяг рідини залежить:

1) від природи рідини: у летких рідин (ефір, спирт, бензин) поверхневий натяг менший, ніж у нелетких (ртуть, рідкі метали);

2) від температури рідини: чим вища температура рідини, тим меншим є поверхневий натяг рідини;

3) від наявності в складі рідини поверхнево активних речовин; їх наявність значно зменшує поверхневий натяг рідини;

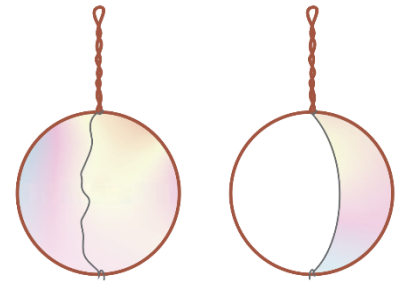
4) від властивостей газу, з яким рідина межує. У таблицях зазвичай наводять значення поверхневого натягу на межі рідини і повітря за певної температури.

Рідина	$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma, \frac{\text{Н}}{\text{м}}$
Вода (чиста)	20	0,0728
Розчин мила	20	0,040
Спирт	20	0,0228
Ефір	20	0,0169
Ртуть	20	0,4650
Золото	1130	1,102
Водень	-253	0,0021
Гелій	-269	0,00012

2. Сила поверхневого натягу

Проведемо дослід

Якщо дротяний каркас із прив'язаною до нього ниткою занурити в мильний розчин, каркас затягнеться мильною плівкою, а нитка набере довільної форми. Якщо ж обережно проткнути голкою мильну плівку з одного боку від нитки, сила поверхневого натягу мильного розчину, яка діє з іншого боку нитки, натягне нитку.



Сила поверхневого натягу – це сила, яка діє вздовж поверхні рідини перпендикулярно до лінії, що обмежує цю поверхню, і прагне скоротити площу вільної поверхні до мінімуму.

Проведемо дослід

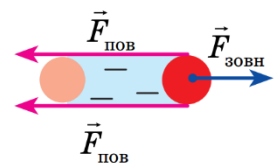
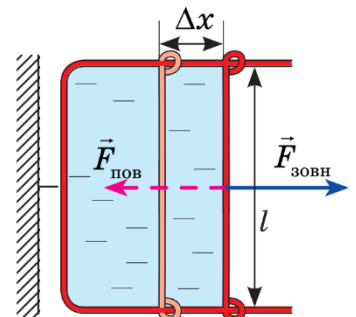
Опустимо в мильний розчин дротяну рамку, одна зі сторін якої рухома. На рамці утвориться мильна плівка. Будемо розтягувати цю плівку.

На поперечину діють три сили: зовнішня сила $\vec{F}_{\text{зовн}}$ і дві сили поверхневого натягу $\vec{F}_{\text{пов}}$, що діють уздовж кожної з двох поверхонь плівки.

$$A = F_{\text{зовн}} \Delta x = 2F_{\text{пов}} \Delta x$$

$$A = \Delta W_{\text{пов}} = \sigma \Delta S = \sigma \cdot 2l \Delta x$$

$$2F_{\text{пов}} \Delta x = \sigma \cdot 2l \Delta x \quad \Rightarrow \quad F_{\text{пов}} = \sigma l$$



$$\sigma = \frac{F_{\text{пов}}}{l}$$

Проблемне питання

• Де виявляється поверхневий натяг?

Завдяки йому на поверхні води утримуються легкі предмети і деякі комахи.

Коли ви купаєтесь і пірнаєте у воду з головою, ваше волосся розходиться в усі боки, але щойно виринете з води, як волосся злипається, бо в цьому випадку площа вільної поверхні води набагато менша, ніж у разі окремого розташування

кожного пасма. З цієї ж причини можна побудувати різні фігури з вологого піску: вода, обволікаючи піщинки, притискає їх одну до одної.

В умовах невагомості вода набуває форми кулі, – за даного об'єму кулястій формі відповідає найменша площа поверхні. Форми кулі набувають і тонкі мильні плівки (мильні бульбашки).

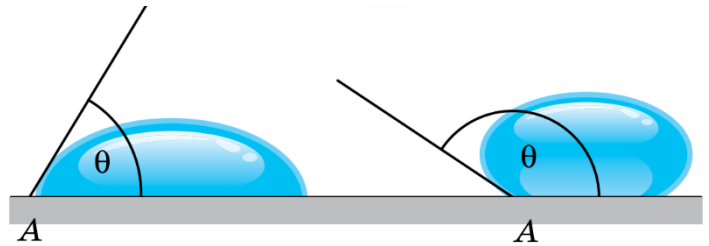
Поверхневим натягом пояснюється утворення піни.

Завдяки поверхневому натягу рідина не виливається з маленького отвору тонесеньким струменем, а капає, дощ не проливається через тканину парасолі або намету тощо.

3. Змочування. Незмочування

Проблемне питання

- Прокоментуйте прислів'я «як з гусака вода», «вийти сухим з води». Чи можна де зробити реально – вийти з води сухим? Що для цього потрібно?



Якщо сили взаємодії між молекулами рідини менші від сил взаємодії між молекулами рідини і твердого тіла, рідина **змочує** поверхню твердого тіла ($0 \leq \theta < 90^\circ$). Якщо крапельку ртуті помістити на цинкову пластинку, то крапелька прагнуче розтектися по поверхні пластинки; так само поводить себе й крапелька води на склі.

Якщо сили взаємодії між молекулами рідини більші, ніж сили взаємодії між молекулами рідини та твердого тіла, рідина **не змочує** поверхню твердого тіла ($90^\circ < \theta \leq 180^\circ$). Наприклад, ртуть не змочує скло, а вода не змочує вкриту саженою поверхню.

4. Капілярні явища

Проблемне питання

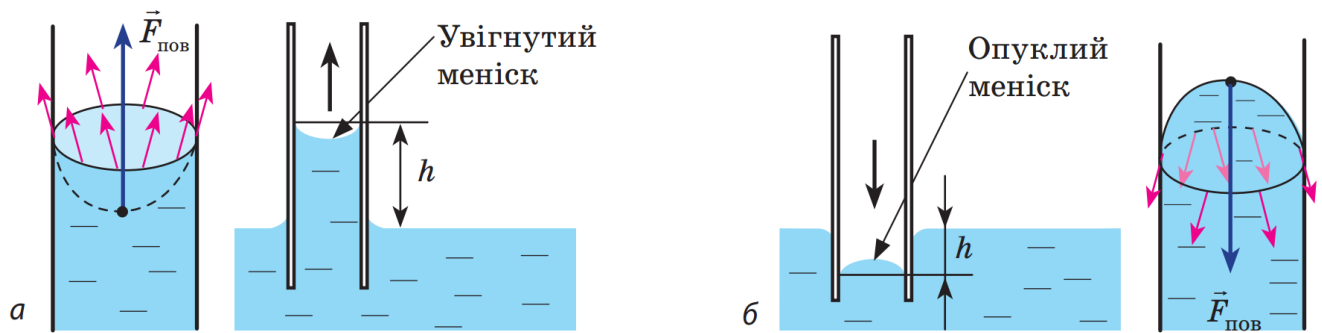
- Чому рідина піднімається в капілярах?

Капіляри – це вузькі трубки, діаметр яких набагато менший за їх довжину.

У циліндричних капілярах скривлена поверхня рідини являє собою частину сфери, яку називають *меніском*. У змочувальній рідині утворюється ввігнутий меніск (а), а в незмочувальній – опуклий (б).

Поверхня рідини прагне до мінімуму потенціальної енергії, а викривлена поверхня має більшу площу порівняно з площею перерізу капіляра, тому поверхня рідини прагне вирівнятися і під нею виникає надлишковий (від'ємний або додатний) тиск – тиск Лапласа $p_{\text{надл}} = \pm \frac{2\sigma}{R}$, R – радіус кривизни меніска.

Під увігнутою поверхнею (рідина змочує капіляр) загальний тиск менший від тиску на поверхню рідини й рідина втягується в капіляр, піднімаючись на досить велику висоту. Під опуклою поверхнею (рідина не змочує капіляр) тиск більший за зовнішній тиск і рідина в капілярі опускається.



Проблемне питання

- На яку висоту піднімається рідина в капілярі?

$$\begin{aligned}
 mg &= F_{\text{пов}} \\
 m &= \rho V & V &= \pi r^2 h & \Rightarrow & m = \rho \cdot \pi r^2 h \\
 F_{\text{пов}} &= \sigma l & l &= 2\pi r & \Rightarrow & F_{\text{пов}} = \sigma \cdot 2\pi r \\
 \rho \pi r^2 h g &= 2\sigma \pi r & \Rightarrow & h &= \frac{2\sigma}{\rho g r}
 \end{aligned}$$

Проблемне питання

- Де капілярні явища зустрічаються в природі та техніці?

Капілярні явища надзвичайно поширені в природі, техніці та побуті:

- проникнення поживних речовин із ґрунту в рослини;
- підйом вологи з глибших шарів ґрунту;
- будівельна практика;
- застосування рушників, серветок, марлі і т. п.

Живлення рослин зумовлене всмоктуванням з ґрунту вологи й поживних речовин, яке можливе, завдяки наявності капілярів у кореневій системі й стеблі рослини.

Облік капілярності необхідний під час обробки ґрунту. Так, для того, щоб відбувалося більш інтенсивне випаровування вологи з ґрунту, необхідно її утрамбовувати. У цьому випадку в ґрунті утворюються капіляри, якими волога піднімається вгору, а потім випаровується. Щоб зменшити випаровування, ґрунт розпушують, руйнуючи при цьому капіляри, і волога довше залишається в ґрунті.

Тіла, які мають велику кількість капілярів, добре вбирають вологу. Саме тому під час витирання рук рушник убирає в себе воду, гас або розплавлений стеарин підіймаються по гніту лампи або свічки.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. У чому особливості стану молекули поверхневого шару рідини?
2. Що називають поверхневою енергією?
3. Чому рідина прагне набутти форми кулі?
4. Дайте два означення поверхневого натягу рідини.

5. Від яких чинників і чому залежить поверхневий натяг рідини? від яких чинників не залежить?
6. За яких умов рідина змочує поверхню твердого тіла? не змочує?
7. У чому причина тиску Лапласа? Чому він дорівнює?
8. Від яких чинників залежить висота підняття рідини в капілярі?
9. Наведіть приклади капілярних явищ.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 36

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема *Будова та властивості твердих тіл. Анізотропія кристалів. Рідкі кристали*

Мета заняття ***Учбова:** Формувати уявлення учнів про особливості будови та властивості рідин, про прояв дії сил поверхневого натягу; формувати вміння учнів пояснювати явища поверхневого натягу та змочування на основі МКТ; формувати вміння пояснювати фізичні явища і процеси, планувати та проводити експерименти.*

***Виховна:** Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.*

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Тверді тіла</i> - <i>Аморфні тіла</i> - <i>Кристалічні тіла</i> - <i>Монокристали та полікристали</i> - <i>Рідкі кристали</i>

4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 34.
--	--------------	---

Література

94. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтєва В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
95. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
96. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Тверді тіла

Тверді тіла – це тіла, які зберігають власний об'єм і форму.

Проблемні питання

- Як розміщені частинки (атоми, молекули, йони) у твердих тілах?
- Що можна сказати про взаємодію частинок в твердих тілах?

Молекули й атоми можуть лише коливатися навколо положення рівноваги, перейти в інше положення рівноваги молекула не може. Енергія й амплітуда коливань молекул тим більша, що вищою є температура тіла.

За впорядкованістю самих положень рівноваги тверді тіла поділяють на *аморфні й кристалічні*.

2. Аморфні тіла

Аморфні тіла дуже близькі до рідин. Молекули, атоми, йони аморфних тіл взагалі розташовані хаотично, і тільки всередині невеликих локальних груп, які містять усього кілька частинок, вони розташовані в певному порядку (*ближній порядок*).

У аморфних тіл зберігається ближній порядок у розміщенні частинок (атоми, молекули, йони), але відсутній дальній (скло, різні затверділі смоли (янтар), пластики).

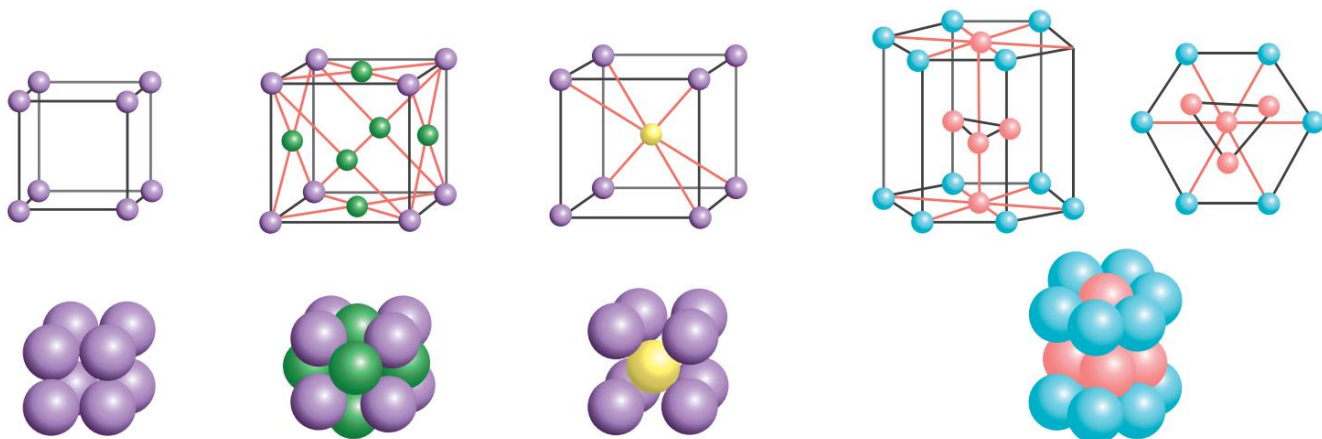
Властивості аморфних тіл:

- 1) *ізотропія* – фізичні властивості (теплопровідність, електропровідність, міцність, оптичні властивості) однакові у всіх напрямках;
- 2) *не мають певної температури плавлення й питомої теплоти плавлення* (з підвищенням температури вони поступово перетворюються на рідину);
- 3) *пластичність* (вони не відновлюють форму після припинення дії деформуючої сили);
- 4) *нестійкість* (через деякий час аморфна речовина переходить у кристалічний стан. Але часто цей час буває дуже тривалим (роки й десятиліття). До таких речовин належить скло. Будучи спочатку прозорим, протягом багатьох років воно мутніє: у ньому утворюються дрібні кристалики силікатів).

3. Кристалічні тіла

У кристалічних тілах частинки речовини (атоми, молекули, йони) розташовані в чітко визначеному порядку (метали, лід, сіль, кварц).

Наслідком цього є геометрично правильна кристалічна ґратка. Вузол кристалічної ґратки – це точка, відносно якої атом (молекула) здійснює коливання.



Властивості кристалів:

- 1) *наявність чіткої температури плавлення*; уся енергія, яка підводиться до тіла за даної температури, йде на збільшення потенціальної енергії молекул та руйнування кристалічної ґратки. Кінетична енергія молекул незмінна, тому температура тіла під час плавлення не змінюється;
- 2) *залежність від типу кристалічної ґратки*.

4. Монокристали та полікристали

Кристалічні тіла можуть бути *монокристалами* і *полікристаллами*.

Монокристал – тверде тіло, частинки якого утворюють єдину кристалічну ґратку (кварц, турмалін, сегнетові солі).

Фізичні властивості монокристалів залежать від обраного в них напрямку.

Анізотропія – залежність фізичних властивостей від вибраного в кристалі напрямку.

Механічна міцність багатьох кристалів різна в різних напрямках: шматок слюди легко розшаровується на тонкі пластинки в одному напрямку, але його набагато складніше розламати перпендикулярно до пластинок. Від напрямку, обраного в кристалі, залежать його теплопровідність, електропровідність, заломлення, прозорість, лінійне розширення та багато інших фізичних властивостей. Анізотропія кристалів зумовлена їх кристалічними ґратками: в різних напрямках відстані між частинками, що утворюють кристалічну ґратку, різні

Полікристали – тверді тіла, які складаються з багатьох хаотично орієнтованих маленьких кристаликів, що зрослися між собою (метали, глина, сплави металів).

Полікристалічні тіла ізотропні, тобто їх властивості однакові в усіх напрямках.

5. Рідкі кристали

Рідкий кристал – стан речовини, який поєднує плинність рідини й анізотропію кристалів.

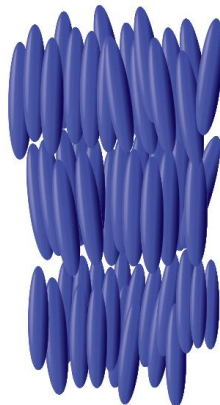
У рідині частинки в цілому розташовані хаотично та можуть вільно обертатись і переміщуватись у будь-яких напрямках.

У кристалічному твердому тілі існує тривимірний далекий порядок і частинки можуть лише коливатися біля положень рівноваги.

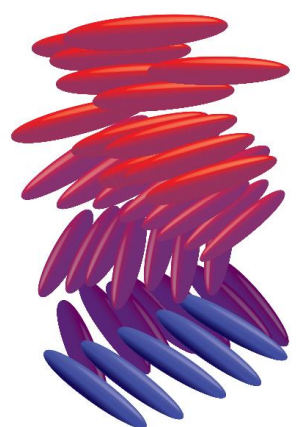
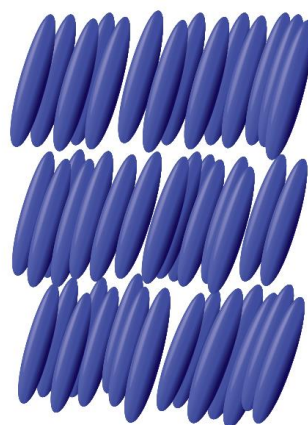
У рідкому кристалі є певний ступінь упорядкованості в розташуванні молекул, але й допускається деяка свобода їх переміщення. Найчастіше рідкокристалічний стан спостерігається в органічних речовин, молекули яких мають видовжену або дископодібну форму.



Нематичний



Смектичний



Холестеричний

Нематичні (нитковидні молекули напрямлені паралельно одна одній, але можуть ковзати вгору та вниз); *смектичні* (молекули орієнтовані паралельно одна одній і утворюють тонкі шари); *холестеричні* (плоскі довгі молекули зібрані в шари, повернуті один відносно одного)

Залежність оптичних властивостей рідких кристалів від температури та електричного поля забезпечила їх широке застосування.

Застосування: дисплеї годинників і калькуляторів, персональні комп'ютери, плоскі телевізійні екрани; їх використовують у медицині (наприклад, як індикатори температури).

Так, кут повороту осей молекул у кожному шарі холестеричного рідкого кристала залежить від температури, а від кута повороту залежить забарвлення кристала, тому якщо тонку полімерну плівку з мікропорожнинами, заповненими холестериком, накласти на тіло, то вийде кольорове відображення розподілу температури.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Чому аморфні тіла ізотропні?
2. Які властивості є характерними для монокристалів?
3. Що таке анізотропія? Наведіть приклади прояву анізотропії кристалів.
4. Чи всі кристалічні тіла анізотропні? Наведіть приклади, які підтверджують вашу відповідь.
5. Що таке поліморфізм? Наведіть приклади.
6. У чому особливості будови і властивостей рідких кристалів? Де їх застосовують?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 37

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Механічні властивості твердих тіл

Мета заняття ***Учбова:*** Формувати уявлення учнів про механічні властивості твердих тіл та їх характеристики; формувати вміння пояснювати фізичні явища і процеси, планувати та проводити експерименти.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;

2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Деформація. Види деформації</i> - <i>Механічна напруга</i> - <i>Пружність, пластичність, крихкість</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 35. Вправа № 35 (3)

Література

97. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
98. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
99. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Деформація. Види деформації

Деформація – це зміна форми та (або) розмірів тіла.

Проблемне питання

- Яка причина виникнення деформації?

Причина виникнення деформації полягає в тому, що під дією сил, прикладених до тіла, його різні частини рухаються по-різному й у результаті частини тіла зміщуються одна відносно одної.

Якщо після припинення дії зовнішніх сил тіло повністю відновило свої форму і розміри, то воно зазнало *пружної деформації*; якщо форма і розміри не відновилися, тіло зазнало *пластичної деформації*.

За характером зміщення частин тіла одна відносно одної розрізняють деформації *розтягнення, стиснення, зсуву, вигину, кручення*.

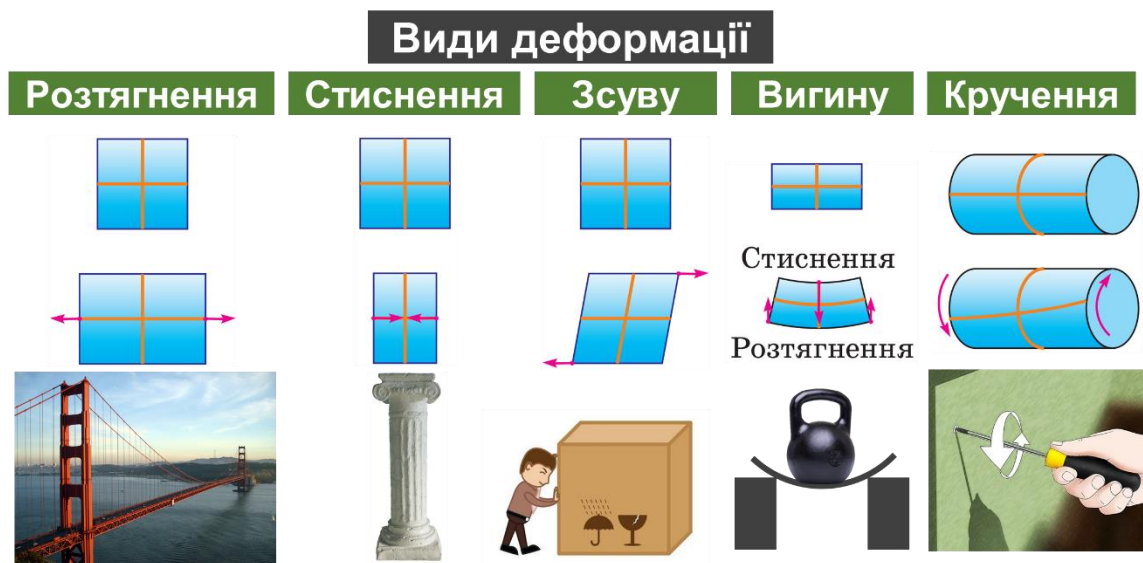
Деформація розтягнення. Якщо ж тіло розтягувати, то під дією руки відстань між шарами молекул збільшиться і тіло знову змінить свої розміри. Її зазнають *троси, канати, ланцюги в піднімальних пристроях, стяжки між вагонами*.

Деформація стиснення. При стисканні твердого тіла зміщуються в напрямку дії сили шари його молекул, у результаті чого розміри тіла зменшуються. Її зазнають *стовпи, ніжки столів і стільців, фундаменти будинків*.

Деформація зсуву. Шари молекул зсунуться один відносно одного, а саме тіло змінює свою форму. Її зазнають *цвяхи та болти, які скріплюють частини різних конструкцій; тканина, яку розрізають ножицями*.

Деформація вигину (водночас деформація розтягнення та стиснення). На опуклому боці тіла відстань між шарами молекул збільшується, тобто ця частина тіла зазнає деформації розтягнення. На ввігнутому боці тіла відстань між шарами молекул зменшується – ця частина тіла зазнає деформації стиснення. Середні шари не зазнають ані розтягнення, ані стиснення, а отже, не впливають на міцність конструкції. Саме тому зазвичай їх видаляють, замінюючи *стрижні порожніми трубами (рама велосипеда, трубчасті кінцівки кісток, трубчасті стебла злаків)*.

Деформація кручення. Зсув шарів молекул відбуватиметься неоднаково – кожний шар буде повертатися на певний кут відносно іншого шару. Її зазнають *вали всіх машин, гвинти, ключі, викрутки*.



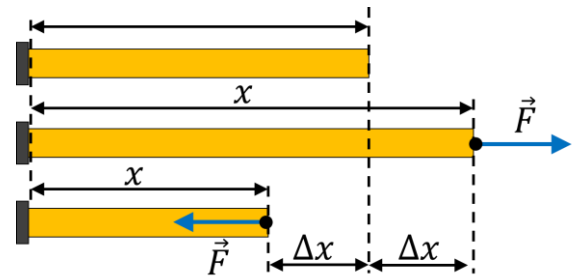
2. Механічна напруга

Видовження Δx – це фізична величина, яка дорівнює зміні довжини тіла при деформації розтягнення або стиснення:

$$\Delta x = x - x_0$$

Відносне видовження ε – це фізична величина, яка дорівнює відношенню видовження Δx до початкової довжини тіла x_0 :

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \quad \text{або} \quad \varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100\%$$



Механічна напруга σ – це фізична величина, яка характеризує деформоване тіло й дорівнює відношенню модуля сили пружності $F_{\text{пруж}}$ до площі S поперечного перерізу тіла.

$$\sigma = \frac{F_{\text{пруж}}}{S} \quad [\sigma] = \text{Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Закон Гука:

У випадку малих пружних деформацій розтягнення та стиснення механічна напруга прямо пропорційна відносному видовженню.

$$\sigma = E|\varepsilon|$$

$[E] = \text{Па}$ – Модуль Юнга характеризує пружні властивості матеріалу; його визначають експериментально та фіксують у таблицях.

Жорсткість тіла залежить від пружних властивостей матеріалу, з якого виготовлене тіло, і від геометричних параметрів тіла.

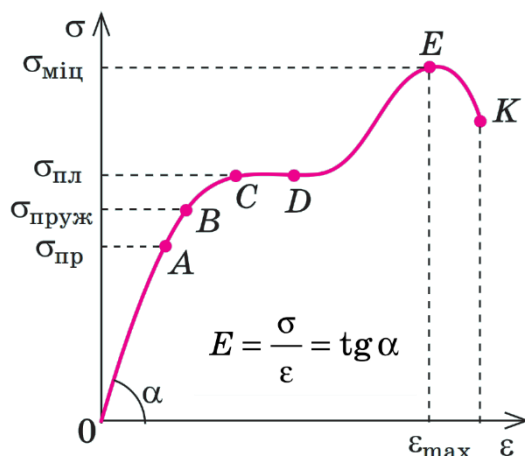
$$\sigma = \frac{F_{\text{пруж}}}{S} \quad \sigma = E|\varepsilon| \quad \varepsilon = \frac{\Delta x}{x_0}$$

$$\frac{F_{\text{пруж}}}{S} = E \frac{|\Delta x|}{x_0}$$

$$F_{\text{пруж}} = \frac{ES}{x_0} |\Delta x| = k |\Delta x| \quad \Rightarrow \quad k = \frac{ES}{x_0}$$

Модулі Юнга для деяких матеріалів

Матеріал	Модуль Юнга $E, \times 10^9 \text{Па}$
Алюміній	63–70
Бетон	15–40
Каучук	$7,9 \cdot 10^{-3}$
Мідь (лиття)	82
Срібло	82,7
Скло	49–78
Чавун ковкий	150



Діаграма напруг

$\sigma_{\text{пр}}$ – *межа пропорційності* – найбільша напруга, за якої виконується закон Гука.

$\sigma_{\text{пруж}}$ – *межа пружності* – найбільша напруга, за якої деформація залишається пружною.

$\sigma_{\text{пл}}$ – *межа плинності* – напруга, за якої зразок починає подовжуватися без збільшення навантаження.

$\sigma_{\text{міц}}$ – *межа міцності* – найбільша напруга, у разі перевищення якої зразок руйнується.

ОАВ – ділянка пружних деформацій; *ВС* – ділянка пластичних деформацій;
CD – ділянка плинності матеріалу; *ЕК* – руйнування зразка

3. Пружність, пластичність, крихкість

Пружні матеріали: матеріали, які виявляють пружні властивості за порівняно великих деформацій або за досить тривалої дії.

Пластичні матеріали: матеріали, в яких пружна деформація переходить у пластичну за незначних деформацій.

Крихкі матеріали: Матеріали, які руйнуються за дуже малих деформацій і майже не виявляють пластичних властивостей.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Що таке деформація?
2. Назвіть види деформації. За яких умов вони виникають? Наведіть приклади.
3. Дайте характеристику механічної напруги як фізичної величини.
4. Подайте два формулювання закону Гука. За яких умов виконується цей закон?
5. Що характеризує модуль Юнга? Якою є його одиниця в СІ?
6. У чому полягає явище плинності матеріалу?
7. Що таке межа міцності? Чим пружні матеріали відрізняються від пластичних? від крихких?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція №38

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Внутрішня енергія. Способи зміни внутрішньої енергії

Мета заняття *Учбова:* Формувати знання учнів про внутрішню енергію та способи її зміни; формувати вміння учнів розв'язувати фізичні задачі на визначення кількості теплоти; формувати вміння пояснювати фізичні явища та процеси, з'ясовувати їх закономірності.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Поняття внутрішньої енергії</i> - <i>Внутрішня енергія</i> - <i>Процес теплопередачі</i> - <i>Кількість теплоти</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 36. Вправа № 36 (1-2)

Література

100. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
101. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
102. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Поняття внутрішньої енергії

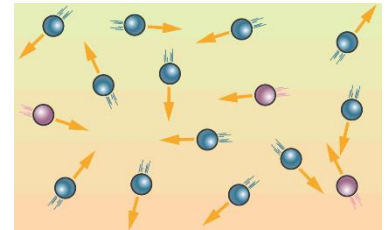
Термодинаміка – розділ фізики, що вивчає співвідношення і перетворення теплової та інших форм енергії.

Ми вже знаємо, що кожна частинка речовини:

- перебуває в стані безперервного хаотичного руху, завдяки чому має **кінетичну енергію**;
- має **потенціальну енергію**, тому що частинки взаємодіють одна з одною (притягуються та відштовхуються).

Внутрішня енергія (в термодинаміці) – це сума кінетичних енергій хаотичного (теплого) руху частинок речовини (атомів, молекул, йонів), з яких складається тіло, і потенціальних енергій їх взаємодії.

$$[U] = 1 \text{ Дж}$$



2. Внутрішня енергія

1. *Внутрішня енергія ідеального газу дорівнює кінетичній енергії поступального та обертального рухів його частинок.*

2. *Внутрішня енергія даної маси ідеального газу прямо пропорційна його абсолютній температурі.*

Доведемо це твердження для одноатомного газу.

$$\begin{aligned}\bar{E}_k &= \frac{3}{2} kT & N &= \frac{m}{M} N_A \\ U &= \bar{E}_k \cdot N = \frac{3}{2} kT \cdot \frac{m}{M} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT \\ U &= \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT\end{aligned}$$

Рівняння Менделєєва – Клапейрона $pV = \frac{m}{M} RT$

$$U = \frac{3}{2} pV$$

3. *Внутрішня енергія – функція стану системи, тобто вона однозначно визначається основними макроскопічними параметрами (p, V, T) , що характеризують систему, і незалежно від того, яким чином систему переведено з одного стану в інший, зміна внутрішньої енергії буде однаковою.*

4. *Внутрішню енергію можна змінити двома способами: виконанням роботи і теплопередачею.*

3. Процес теплопередачі

Теплопередача (теплообмін) – процес зміни внутрішньої енергії тіла або частин тіла без виконання роботи.

Довільно внутрішня енергія завжди передається від більш нагрітого тіла до менш нагрітого.

Види теплопередачі: теплопровідність, конвекція, випромінювання.

Теплопровідність – вид теплопередачі, який зумовлений хаотичним рухом частинок речовини та не супроводжується перенесенням цієї речовини.

Найкращими провідниками тепла є метали, погано проводять тепло дерево, скло, шкіра, рідини (крім рідких металів); найгірші провідники тепла – гази.

Передача енергії від гарячої води до батареї опалення, від поверхні води до її нижніх шарів тощо відбувається завдяки теплопровідності.

Конвекція – вид теплопередачі, за якого тепло переноситься потоками рідини або газу.

Теплі потоки рідини або газу мають меншу густину, тому під дією архімедової сили піднімаються, а холодні потоки – опускаються. Завдяки конвекції здійснюється циркуляція повітря в приміщенні, нагрівається рідина в каструлі, що стоїть на плиті, існують вітри і морські течії та ін.

У твердих тілах конвекція неможлива.

Випромінювання – вид теплопередачі, за якого енергія передається за допомогою електромагнітних хвиль.

Найуніверсальніший вид теплопередачі: тіла завжди випромінюють і поглинають інфрачервоні (теплові) електромагнітні хвилі. Це *єдиний вид теплообміну, який можливий у вакуумі* (енергія від Сонця передається тільки випромінюванням). *Краще випромінюють і поглинають енергію тіла з темною поверхнею.*

4. Кількість теплоти

Кількість теплоти Q – це фізична величина, що дорівнює енергії, яку тіло одержує (або віддає) в ході теплопередачі.

$$[Q] = 1 \text{ Дж}$$

Кількість теплоти, яка поглинається при нагріванні речовини (або виділяється при її охолодженні):

$$Q = cm\Delta T = cm\Delta t$$

c – питома теплоємність речовини

m – маса речовини

$\Delta T = \Delta t$ – зміна температури

Теплоємність тіла – це добуток питомої теплоємності і маси речовини, з якої виготовлено тіло.

$$C = cm$$

$$Q = C\Delta T$$

Кількість теплоти в разі фазових переходів	
Кристалічний стан ↔ Рідкий стан	Рідкий стан ↔ Газоподібний стан
Кількість теплоти, яка поглинається при плавленні кристалічної речовини (або виділяється при кристалізації рідини), обчислюють за формулою: $Q = \lambda m$ λ – питома теплота плавлення m – маса речовини	Кількість теплоти, яка поглинається при пароутворенні (або виділяється при конденсації), обчислюють за формулою: $Q = rm$ r – питома теплота пароутворення за даної температури m – маса речовини
Під час плавлення, і під час кипіння температура речовини не змінюється	

Кількість теплоти, яка виділяється в ході *повного згоряння палива*:

$$Q = qm$$

q – питома теплота згоряння палива; m – маса палива.

Коефіцієнт корисної дії нагрівника:

$$\eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{повна}}}$$

η – коефіцієнт корисної дії нагрівника;

$Q_{\text{кор}}$ – корисно спожита теплота;

$Q_{\text{повна}}$ – теплота, яка виділяється в процесі повного згоряння палива.

Рівняння теплового балансу:

$$Q_1^- + Q_2^- + \dots + Q_n^- = Q_1^+ + Q_2^+ + \dots + Q_n^+$$

Q^+ – кількість теплоти, одержана тілом

Q^- – кількість теплоти, віддана тілом

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Дайте означення внутрішньої енергії.
2. Виведіть формули для розрахунку внутрішньої енергії ідеального одноатомного газу. Чому цими формулами не можна скористатися, якщо молекули газу складаються з більш ніж одного атома?
3. Які способи зміни внутрішньої енергії ви знаєте?
4. Що таке теплопередача?
5. Які існують види теплопередачі? Дайте їх означення, наведіть приклади.
6. Як розрахувати кількість теплоти, передану тілу під час нагрівання (або виділену ним під час охолодження)?
7. Дайте означення питомої теплоємності тіла.
8. Як обчислити кількість теплоти, необхідну для плавлення кристалічної речовини? для перетворення рідини на пару?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 39

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Робота в термодинаміці

Мета
заняття Учбова Формувати знання учнів про роботу термодинамічного процесу, про теплоємність; формувати вміння учнів розв'язувати фізичні задачі на визначення роботи; формувати вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати твердження, моделювати ситуації.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Внутрішня енергія (зміна об'єму газу)</i> - <i>Робота газу</i> - <i>Геометричний зміст роботи</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 37, Вправа № 37 (2,4).

Література

103. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
104. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
105. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

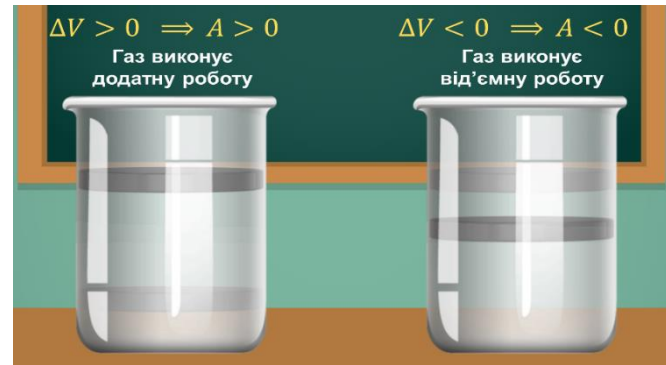
Навчальні матеріали лекції

1. Внутрішня енергія (зміна об'єму газу)

Внутрішня енергія газу може змінюватися, якщо зовнішні сили, що діють на нього, виконують роботу (додатну або від'ємну).

Якщо газ розширюється (тобто виконує додатну роботу), то швидкість руху молекул, температура і внутрішня енергія газу зменшуються.

Якщо газ стискають (газ виконує від'ємну роботу) і він при цьому не віддає енергію навколишньому середовищу, то швидкість руху молекул газу, а відповідно, і внутрішня енергія, і температура газу збільшуються.



2. Робота газу

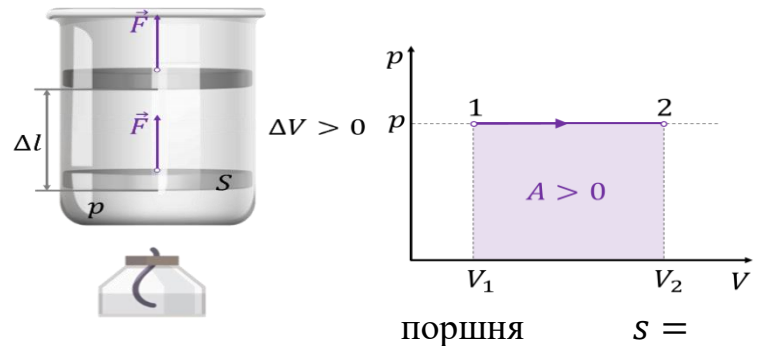
Газ розширюється ізобарно:

За означенням роботи:

$$A = F s \cos \alpha$$

Якщо газ розширюється ізобарно, то сила, яка діє з боку газу на поршень, є незмінною:

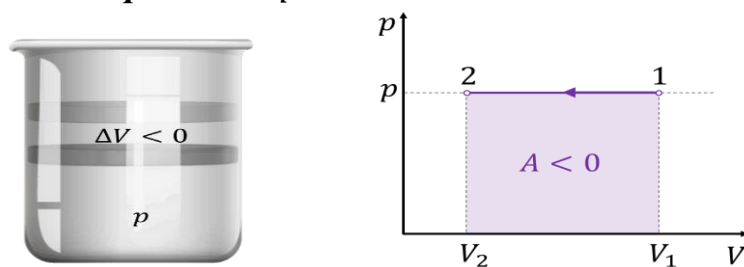
$F = pS$ (p – тиск газу; S – площа поршня); модуль переміщення Δl ; $\alpha = 0$.



$$A = F s \cos \alpha = p S \Delta l = p \Delta V$$

$$A = p \Delta V \quad \text{або} \quad A = p(V_2 - V_1)$$

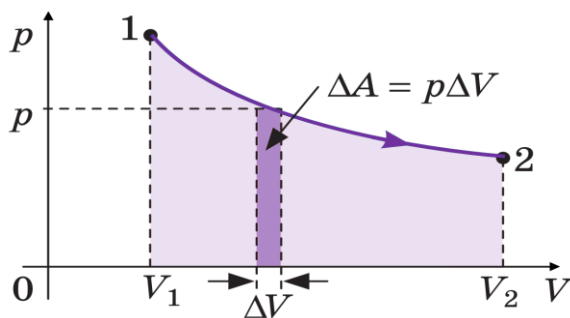
Газ стискається ізобарно: $A = p \Delta V$



Робота газу в разі ізобарного розширення (або стиснення) чисельно дорівнює площі прямокутника під графіком залежності $p(V)$.

3. Геометричний зміст роботи

Робота газу при ізотермічному розширенні (стисненні) чисельно дорівнює площі криволінійної трапеції під графіком залежності $p(V)$.



При ізохорному процесі газ роботу не виконує.



Робота газу залежить від того, яким шляхом відбувався перехід газу з початкового стану в кінцевий.

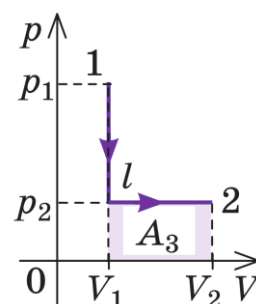
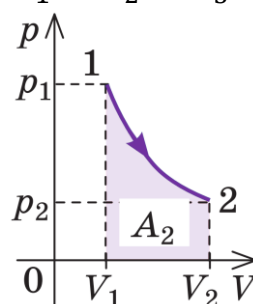
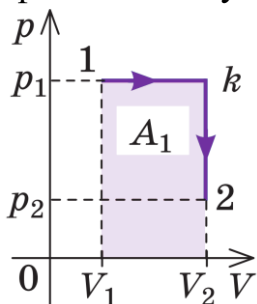
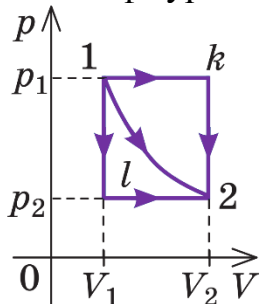
Три шляхи переходу газу зі стану 1 у стан 2:

a – газ ізобарно розширюється (ділянка 1*k*), потім ізохорно охолоджується (ділянка *k2*);

б – газ ізотермічно розширюється;

в – газ ізохорно охолоджується (ділянка 1*l*), потім ізобарно розширюється (ділянка *l2*).

Площі фігур під графіками показують: $A_1 > A_2 > A_3$



Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Яким є геометричний зміст роботи?
2. Виведіть формулу для розрахунку роботи під час ізобарного процесу.
3. Чому дорівнює робота під час ізохорного процесу?
4. Чи залежить виконана робота від способу переведення тіла з одного стану в інший? Обґрунтуйте свою відповідь.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 40

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Перший закон термодинаміки. Адіабатний процес

**Мета
заняття**

Формувати знання учнів про перший закон термодинаміки, адіабатичний процес; формувати вміння розв'язувати фізичні задачі на використання першого закону термодинаміки.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер . Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Перший закон термодинаміки</i>) - <i>Перший закон термодинаміки</i> ($Q = \Delta U + A$) для ізопроесів - <i>Адiабатний процес</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 38, Вправа № 38 (1,3).

Література

106. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О.

Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл

107. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
108. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Перший закон термодинаміки

Перший закон (начало) термодинаміки:

Зміна внутрішньої енергії системи (ΔU) у випадку переходу з одного стану в інший дорівнює сумі роботи зовнішніх сил (A') і кількості теплоти (Q), переданої системі.

$$\Delta U = Q + A'$$

Якщо система одержує певну кількість теплоти, то в наведеній формулі Q беруть зі знаком «+», якщо віддає, то зі знаком «-».

$$A' = -A$$

A' – робота зовнішніх сил (робота над газом)

A – робота проти зовнішніх сил (робота газу)

Перший закон (начало) термодинаміки:

Кількість теплоти Q , передана системі, йде на зміну внутрішньої енергії системи (ΔU) та на виконання системою роботи A проти зовнішніх сил.

$$Q = \Delta U + A$$

Проблемне питання

- Чи можливо створити вічний двигун?

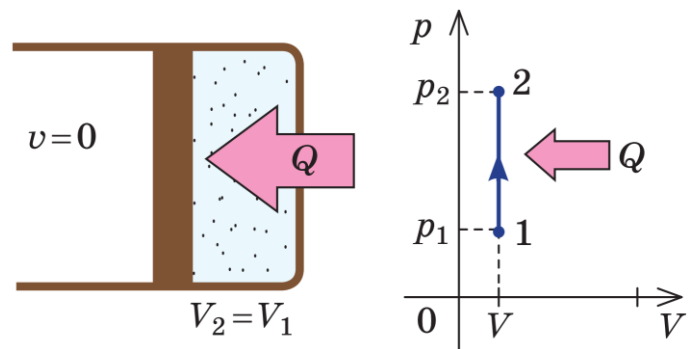
Згідно з першим законом термодинаміки *неможливо створити вічний двигун першого роду* – циклічний пристрій, який виконував би механічну роботу без споживання енергії ззовні або виконував би роботу більшу, ніж споживана ним енергія.

2. Перший закон термодинаміки ($Q = \Delta U + A$) для ізопроцесів

Ізохорний процес

$$m = \text{const}; V = \text{const}; \Delta V = 0; A = 0 \quad \Rightarrow \quad Q = \Delta U$$

При ізохорному процесі вся передана газу кількість теплоти витрачається на збільшення внутрішньої енергії газу.



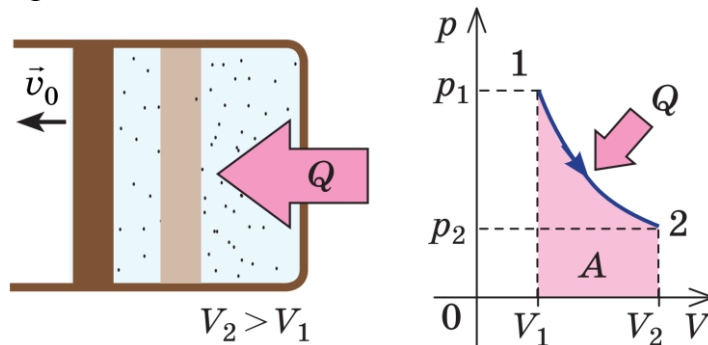
Якщо газ ідеальний одноатомний, то кількість теплоти, передана газу, дорівнює:

$$Q = \Delta U = \frac{3m}{2M} R \Delta T = \frac{3}{2} V \Delta p$$

Ізотермічний процес

$$m = \text{const}; T = \text{const}; \Delta T = 0; \Delta U = 0 \Rightarrow Q = A$$

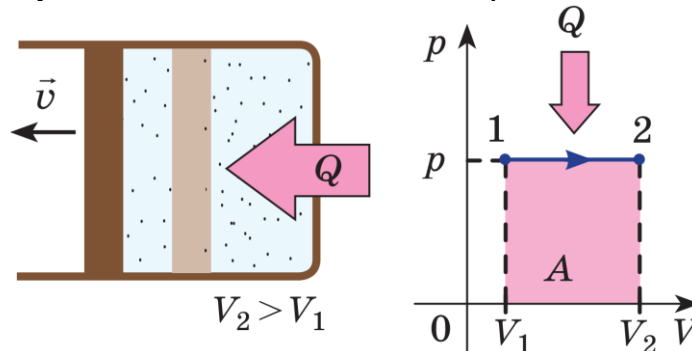
При ізотермічному процесі вся передана газу кількість теплоти йде на виконання механічної роботи.



Ізобарний процес

$$m = \text{const}; p = \text{const}; \Delta p = 0 \Rightarrow Q = \Delta U + A$$

При ізобарному процесі передана газу кількість теплоти йде і на збільшення внутрішньої енергії газу, і на виконання механічної роботи.



Якщо газ ідеальний одноатомний, то кількість теплоти, передана газу, дорівнює:

$$A = p \Delta V \quad \Delta U = \frac{3}{2} p \Delta V$$

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} p \Delta V + p \Delta V = \frac{5}{2} p \Delta V \quad \text{або} \quad Q = \frac{5m}{2M} R \Delta T$$

3. Адіабатний процес

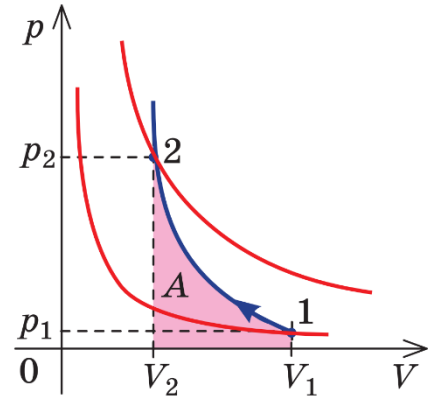
Адіабатний процес – це процес, який відбувається без теплообміну з навколишнім середовищем.

$$\Delta U + A = 0 \quad \text{або} \quad A = -\Delta U$$

У ході адіабатного розширення газ виконує додатну роботу за рахунок зменшення внутрішньої енергії, при цьому температура газу зменшується.

$p = nkT$, у разі адіабатного стиснення тиск газу зростає набагато швидше, ніж у разі ізотермічного, адже одночасно зі збільшенням концентрації молекул газу збільшується і його температура (синій – адіабата, червоний – ізотерми).

В разі адіабатного розширення тиск падає швидше, ніж у разі ізотермічного, адже одночасно зменшуються і концентрація, і температура газу



У реальних умовах процес, близький до адіабатного, можна здійснити, якщо газ міститиметься всередині деякої оболонки з дуже хорошими термоізоляційними властивостями.

Адіабатними можна вважати й процеси, які відбуваються дуже швидко, тому що в такому випадку газ не встигає обмінятися теплотою з навколишнім середовищем (наприклад, розширення і стиснення повітря в ході поширення звукових хвиль; розширення газу під час вибуху).

Збільшення температури внаслідок різкого стиснення повітря використовується в дизельному двигуні, в якому відсутня система запалювання пальної суміші.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Сформулюйте закон збереження та перетворення енергії.
2. Сформулюйте перший закон термодинаміки.
3. Як буде записаний перший закон термодинаміки для ізохорного процесу? для ізотермічного процесу? для ізобарного процесу?
4. Який процес називають адіабатним?
5. Запишіть перший закон термодинаміки для адіабатного розширення газу; для адіабатного стиснення газу.
6. Чому при адіабатному стисненні тиск газу збільшується набагато швидше, ніж при ізотермічному?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 41

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Принцип дії теплових двигунів. Холодильна машина

Мета
заняття Формувати уявлення учнів про принцип дії теплових двигунів, про необоротність теплових процесів; формувати знання учнів про холодильну машину; формувати вміння розв'язувати фізичні задачі на визначення ККД теплового двигуна; формувати розуміння наукових принципів сучасного виробництва, техніки й технологій; формувати екологічне мислення й відповідну поведінку.

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на приладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Необоротність процесів у природі</i> - <i>Тепловий двигун</i> - <i>Коефіцієнт корисної дії (ККД)</i> - <i>Теплові двигуни</i> - <i>Холодильний пристрій</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з 39, Вправа № 39 (2,3).

Література

109. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
110. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. —303 с
111. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різноміснєві самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції

1. Необоротність процесів у природі

Оборотний процес – це процес, при якому можливе повернення системи в початковий стан без будь-яких змін у навколишньому середовищі.

Наприклад, абсолютно пружна кулька, падаючи у вакуумі на абсолютно пружну плиту, повернеться після відбиття у вихідне положення, пройшовши у зворотному напрямку всі ті проміжні стани, які вона проходила при падінні.

Необоротний процес – це процес, при якому неможливе повернення системи в початковий стан без перетворень у навколишньому середовищі.

Теплообмін, як показує досвід, є односторонньо спрямованим процесом. В результаті теплообміну енергія передається сама по собі завжди від тіла з високою температурою до тіла з більш низькою температурою. Зворотний процес передачі теплоти від холодного тіла до гарячого сам по собі ніколи не відбувається.

При *дифузії* вирівнювання концентрацій відбувається мимовільно. Зворотний же процес сам по собі ніколи не відбудеться: ніколи мимовільно суміш газів, наприклад, не розділиться на її складові компоненти.

Другий закон (начало) термодинаміки (Рудольфа Клаузіуса):

Неможливим є процес, єдиний результат якого – передача енергії у формі теплоти від менш нагрітого тіла до більш нагрітого.

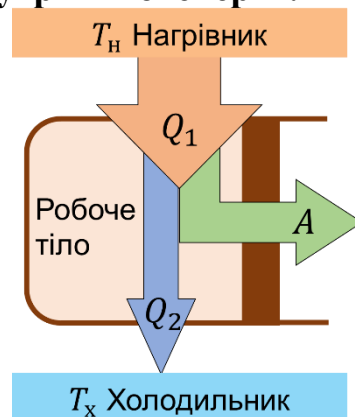
Другий закон (начало) термодинаміки (Вільяма Томсона (лорд Кельвін)):

Неможливим є періодичний процес, єдиний результат якого – виконання тілом механічної роботи за рахунок зменшення його внутрішньої енергії.

2. Тепловий двигун

Тепловий двигун – теплова машина циклічної дії, яка енергію, що виділяється під час згоряння палива, перетворює на механічну роботу.

Принцип роботи теплових двигунів: *робоче тіло*, одержуючи певну кількість теплоти Q_1 від *нагрівника*, виконує механічну роботу A і передає деяку кількість теплоти Q_2 *холодильнику*.



3. Коефіцієнт корисної дії (ККД)

Коефіцієнт корисної дії η двигуна – фізична величина, яка характеризує економічність теплового двигуна і дорівнює відношенню роботи, виконуваної двигуном за цикл, до кількості теплоти, одержуваної від нагрівника.

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Q_1 – кількість теплоти, одержана від нагрівника

Q_2 – кількість теплоти, віддана холодильнику

Аналізуючи роботу теплових двигунів, французький інженер Саді Карно (1796–1832) у 1824 р. дійшов висновку, що найбільш ефективним (із максимально можливим ККД $\eta_{\max}$) є так званий *ідеальний тепловий двигун*.

Ідеальний тепловий двигун – це двигун, який працює за циклом, що складається з двох ізотермічних і двох адіабатних процесів.

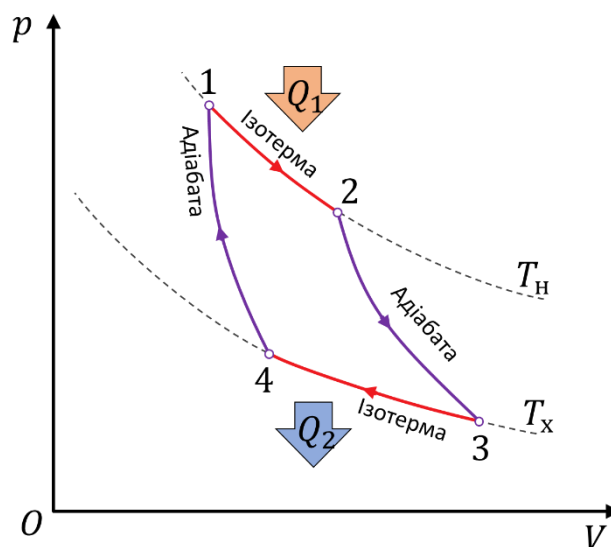
Цикл Карно:

1–2 – ізотермічне розширення за температури T_H , робоче тіло одержує теплоту Q_1 ;

2–3 – адіабатне розширення, зменшення температури до T_x , теплообміну немає;

3–4 – ізотермічне стиснення за температури T_x , робоче тіло віддає теплоту Q_2 ;

4–1 – адіабатне стиснення, збільшення температури до T_H .



Карно довів, що ККД такого двигуна дорівнює:

$$\eta_{\max} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$$

T_H – температура нагрівника; T_x – температура холодильника.

Другий закон (начало) термодинаміки (Саді Карно):

Будь-яка реальна тепла машина, що працює з нагрівником, який має температуру T_H , і холодильником із температурою T_x , не може мати ККД, який перевищує ККД ідеальної теплової машини.

4. Теплові двигуни

Види теплових двигунів:

- Парові турбіни (використовують у теплових та атомних електростанціях);
- Двигуни внутрішнього згоряння (автомобілі, водні судна);
- Реактивні та турбореактивні двигуни (літаки та ракети).

Принцип роботи чотиритактного дизельного двигуна

I такт Всмоктування

Ділянка $1 \rightarrow 2$ графіка. Поршень рухається вниз. Через відкритий впускний клапан повітря втягується в циліндр.

II такт Стиснення

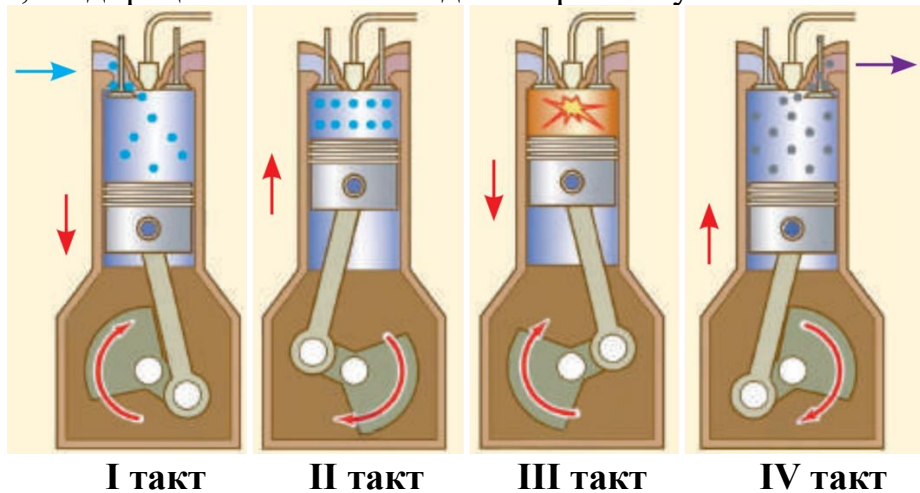
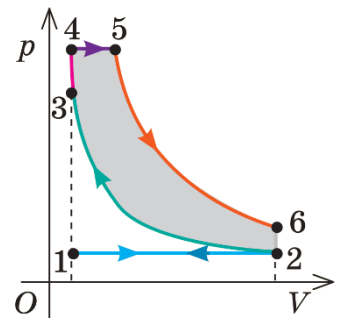
Ділянка $2 \rightarrow 3$ графіка. Обидва клапани закриті, поршень рухається вгору, стискаючи повітря. Завдяки величезному стисненню повітря розігрівається до температури понад 700°C .

III такт Робочий хід

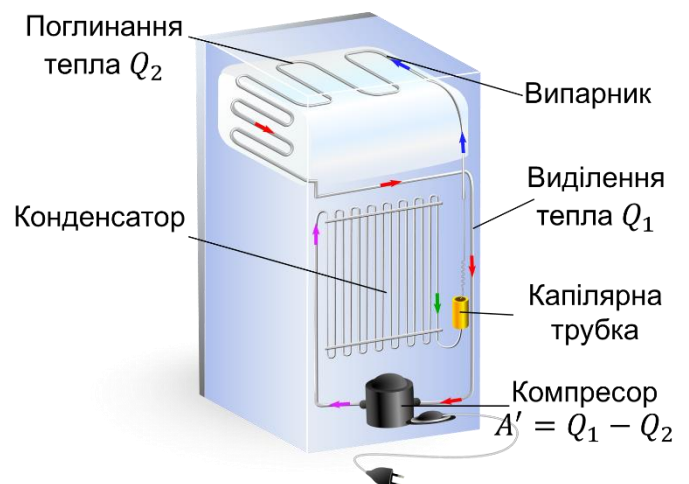
Ділянка $4 \rightarrow 5 \rightarrow 6$ графіка. Через форсунку в циліндр вприскується розпилене дизельне паливо ($3 \rightarrow 4$), яке змішується з розігрітим повітрям. Паливно-повітряна суміш спалахує і, розширюючись, штовхає поршень униз.

IV такт Випускання

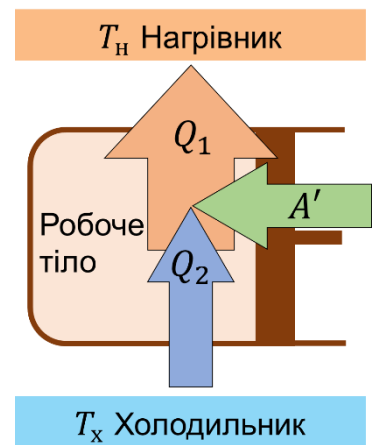
Ділянка $2 \rightarrow 1$ графіка. Відкривається випускний клапан ($6 \rightarrow 2$). Поршень піднімається, і відпрацьовані гази виходять через випускний клапан.



5. Холодильний пристрій
Холодильний пристрій – це пристрій циклічної дії, який підтримує в холодильній камері температуру нижчу, ніж температура довкілля.



Принцип роботи холодильного пристрою: робоче тіло (холодоагент – пара рідини, яка легко випаровується) розширюється і виконує роботу, одержуючи кількість теплоти Q_2 від холодильної камери. За рахунок роботи $A' = Q_1 - Q_2$ зовнішніх сил робоче тіло стискається, при цьому докільню передається кількість теплоти $Q_1 = Q_2 + A'$



Холодильний коефіцієнт пристрою – це фізична величина, яка характеризує ефективність роботи холодильного пристрою і дорівнює відношенню кількості теплоти, забраної за цикл від холодильної камери, до роботи зовнішніх сил.

$$k = \frac{Q_2}{A'} \quad k = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

Q_2 – кількість теплоти одержана від холодильної камери

A' – робота зовнішніх сил

Q_1 – кількість теплоти передана докільню

Максимальний холодильний коефіцієнт пристрою:

$$k_{\max} = \frac{T_x}{T_H - T_x}$$

Холодильний коефіцієнт пристрою може бути більшим за одиницю (на відміну від ККД теплового двигуна).

Проблемні питання

- Що таке кондиціонер та як він працює?

Кондиціонер – електричний пристрій, призначений для охолодження повітря в приміщенні.

Якщо трубки теплообмінника винести за межі приміщення, а холодильну камеру залишити відчиненою, то холодильний пристрій забиратиме тепло з приміщення та віддаватиме його докільню.

Питання та завдання до контролю знань студентів

1. Наведіть приклади природних процесів і доведіть, що вони є не оборотними.
2. Сформулюйте другий закон термодинаміки.
3. Наведіть приклади умовних процесів, які не суперечать першому началу термодинаміки, але суперечать другому.
4. Дайте означення теплового двигуна. Які його основні елементи?
5. Як визначити ККД теплового двигуна? Які існують можливості збільшення ККД?
6. Як визначити ККД циклу Карно?

7. Як працює холодильний пристрій? Наведіть приклади різних холодильних пристроїв. У чому їх відмінність?

8. Що показує холодильний коефіцієнт?

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.

Лекція № 42

з навчальної дисципліни Фізика і астрономія

Тема Принцип дії теплових двигунів. Холодильна машина.

Мета заняття *Визначити рівень оволодіння учнями знаннями за темою, обраною для навчального проекту в межах теми «Молекулярна фізика та термодинаміка»*

Виховна: Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Матеріально-технічне забезпечення та дидактичні засоби, ТЗН

1. Наочні прилади. Навчальна презентація, підручник.
2. Технічні засоби. Комп'ютер. Мультимедійний проектор.

Час – 2 години

План проведення лекції

Структура лекції	Відведений час	Методичні вказівки
1 Організаційна частина	2 хв.	- перевірка присутності студентів; - повідомлення теми, формування мети та основних завдань; - перевірка готовності студентів до занять;
2 Актуалізація опорних знань, перевірка вивченого матеріалу та мотивація навчальної діяльності студентів	3 хв.	- фронтальне або вибіркове опитування; - розкрити шляхи пізнання явищ оточуючого світу та роль моделей і аналогій у фізиці на прикладі рівномірного прямолінійного руху тіл.
3 Основна частина (викладення навчальних питань лекції)	70 хв.	- <i>Захист проектів</i>
4 Заключна частина Домашнє завдання: (відповідно до робочої програми)	5 хв.	- відповіді на запитання студентів. - обговорення результатів роботи студентів в процесі лекції та при актуалізації їх опорних знань - домашнє завдання

		Фізика (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл Д/з Повторити § 26–36
--	--	--

Література

112. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.) : підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Харків : Вид-во «Ранок», 2018. — 272 с. : іл
113. Сиротюк, В. Д. Фізика підруч. для 10 кл. загальноосвіт навч. закл. [Текст] : (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий ; -К.: Освіта, 2010. –303 с
114. Кирик ,Л.А. Фізика – 10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків: «Гімназія», 2002. – 192 с.

Навчальні матеріали лекції **Орієнтовні теми**

1. Дифузія та її значення.
2. Глобальне потепління: чи є загроза?
3. Вологість і температура повітря у приміщеннях, способи збереження тепла.

Орієнтовні критерії оцінювання навчального проекту

1. Актуальність -1 бал.
2. Оформлення роботи (паперові носії) - 2 бали.
3. Достовірність - 1 бал.
4. Науковість - 2 бали.
5. Представлення - 2 бали.
6. Презентація (малюнки) - 2 бали.
7. Обговорення - 2 бали.

Орієнтовне оформлення проекту (паперові носії та презентація)

1. Назва проекту.
2. Тип проекту.
3. Керівник проекту (вчитель).
4. Виконавці проекту.
5. Проблема.
6. Мета.
7. Очікуваний результат (для дослідження).

8. Завдання проекту.
9. Хід роботи.
10. Висновки.
11. Використані джерела інформації.

Типи проектів

- Дослідницький.
- Інформаційно-пошуковий.
- Творчий.
- Рольовий.

Проект - це «п'ять П»

- ✓ Проблема.
- ✓ Проектування (планування).
- ✓ Пошук інформації.
- ✓ Продукт.
- ✓ Презентація (представлення результату).

ДОДАТКОВО

Теми експериментальних досліджень

1. Залежність температури кипіння від зовнішнього тиску, наявності домішок тощо.
2. Вирощування кристалів і вивчення їх фізичних властивостей.
3. Дослідження капілярних явищ.
4. Залежність швидкості випаровування води від різних факторів.

Додаткові теми

1. Адіабатний процес у природі, техніці.
2. Аномальні властивості води.
3. «Жива» і «мертва» вода.
4. Капілярні явища в ґрунті.
5. Чому з'являються тріщини на стінах будинків. Як запобігти їх появі.
6. Фізика і хімія у процесах випікання та зберігання хліба.
7. Захист двигунів від перегріву.
8. Теплові процеси в тілі людини.
9. Порівняння економічної доцільності використання автомобілів із ДВЗ і електромобілів.
10. Ваші поради прем'єр-міністру: чи доцільно розвивати альтернативну енергетику в Україні.
11. Еволюція автомобільних двигунів.

Розробив: _____ викладач Мірошник О.В.