

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВИЩЕ ХУДОЖНЄ ПРОФЕСІЙНО – ТЕХНІЧНЕ УЧИЛИЩЕ № 5 м. ВІННИЦІ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ
ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ
СУЧАСНИХ ОНЛАЙН ІНСТРУМЕНТІВ.**



м. Вінниця, 2022 р.

Методичні рекомендації містять матеріали для організації роботи на уроках фізики з використанням сучасних онлайн інструментів з метою підвищення пізнавальної діяльності здобувачів освіти.

Матеріали можуть бути використані викладачами фізики у професійних (професійно-технічних) закладах, викладачами 10-11 класів ЗОШ.

Матеріал підготувала: Ніколіна С. М. – викладач фізики, спеціаліст вищої категорії, викладач методист.

Розглянуто та схвалено на засіданні методичної комісії
природничо-математичних дисциплін.
Протокол № 5 від 13.12.2022 р.

Зміст

Вступ.....	3
I. Використання сучасних онлайн інструментів на уроках фізики.....	4
II. Інтерактивні робочі аркуші - ефективний інструмент сучасного викладача.....	11
III. Використання phet-симуляцій при проведенні лабораторних робіт з фізики.....	13
IV. Висновки.....	15
V. Список використаних джерел	16
VI. Додатки.....	17
1. Інтерактивний робочий аркуш на тему: «Підготовка до контрольної роботи. Розв'язування задач».....	17
2. Інтерактивний робочий аркуш на тему: «Розв'язування задач з теми «Конденсатори».....	19
3. Інтерактивний робочий аркуш на тему: «Внутрішня енергія. Робота в термодинаміці. Перший закон термодинаміки	22
4. Лабораторна робота № 1. Тема «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху».....	29
5. Лабораторна робота № 2. Тема «Вивчення руху тіла по колу».....	33
6. Лабораторна робота №3. Тема «Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання».....	36
7. Лабораторна робота № 4. Тема «Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил».....	40
8. Лабораторна робота № 6. Тема «Дослідження ізотермічного, ізобарного та ізохорного процесів».....	43

ВСТУП

А. Ейнштейн писав: "... якщо вчитель поширює навколо себе подих нудьги, то в такому оточенні все зачахне; зуміє навчити той, хто навчає цікаво".

Учні будуть любити предмет, вчити його, захоплюватися ним лише тоді, коли їм буде цікаво. А зацікавити учнів – це обов'язок кожного викладача.

Чи багато наших учнів захоплюються фізикою? А чи знайдемо багато серед них тих, які відривають очі від екрану власного телефону? Використання сучасних онлайн інструментів – впевнений шлях до підтримання зацікавленості предметом.

Сучасні діти можуть виконувати одночасно декілька завдань, швидко переключаються між ними. У наших дітей гарно розвинене візуальне сприйняття, значно краще ніж слухове. Сучасному поколінню бракує зосередженості, велику за об'ємом інформацією вони приймати не можуть. Для кращого засвоєння матеріалу інформацію потрібно подавати різними формами та методами, через яскраві образи, які будуть швидко змінюватися.

Саме тому використання сучасних різноманітних мультимедійних ресурсів є ефективним засобом для вдосконалення вивчення фізики.

I. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ОНЛАЙН ІНСТРУМЕНТІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Фізика наука досить цікава, але і складна. Так як у навчальній програмі досить багато теорії і дуже мало практики, то збагнути сенс фізики дуже важко. Оскільки, на сьогоднішній день бракує технічного обладнання, то проведення експериментів стало практично неможливим. Пропоную на уроках використовувати інтерактивні технології за допомогою мобільного телефону чи планшета, а фізичні експерименти здійснювати онлайн. Можу порадити до використання наступні ресурси:

Lab4 Physics: мобільний додаток для відтворення експериментів

Lab4Physics – це освітня програма, яку було створено спеціально для учнів та викладачів фізики. Її використання дозволяє застосовувати планшети і смартфони як лабораторні інструменти. Завдяки цьому під час уроку можна провести значну кількість дослідів без спеціального обладнання.

Завдяки використанню датчиків гаджету чи девайсу (камера, мікрофон тощо) цей додаток дозволяє проводити експерименти, здійснюючи аналіз та математичну оцінку зміни фізичних властивостей певного об'єкта чи процесу.

Чому Lab4U? ▾Наукова освіта ▾Навчання та підтримка ▾Корпоративні рішенняЦіноутворенняEC | ENЯ хочу Lab4U



Лабораторія у вашій кишені

Вперше в історії мільярди людей у всьому світі носять у своїх кишенях інструменти потужні інструменти, здатні трансформувати наукову освіту.

Ми використовуємо датчики смартфонів, щоб перетворити їх на інструменти для експериментів, поєднуючи нашу технологію з ресурсами для викладачів, щоб змінити спосіб, у який їхні учні вивчають науку.



Пробудити цікавість



Дізнайтеся через запит



Розвивати наукове мислення



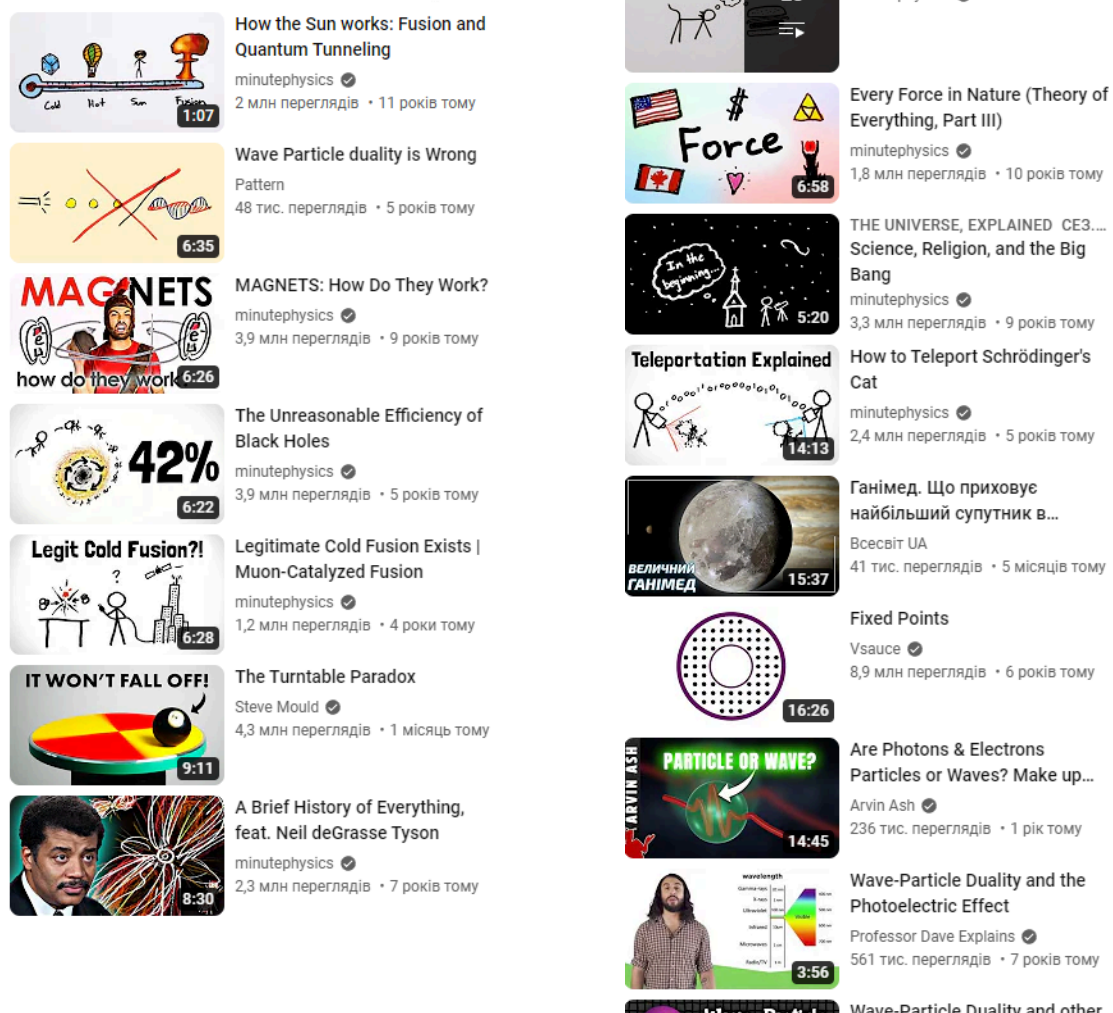
Розширити перспективи



Надихайте мислителів і інноваторів

Minutephysics: відеоскрайби фізичних явищ та процесів

Minutephysics – освітній проект, на YouTube-каналі якого за допомогою прийому скрайбінгу просто та зрозуміло розповідається про складні фізичні процеси і явища.



Наразі на YouTube-каналі зібрано понад 600 відеороликів. Тривалість кожного – до 5 хвилин. Можна запропонувати учням перегляд короткого мультфільму з фізики під час вивчення відповідної теми. Це дозволить урізноманітнити формат уроків, а пояснення нового складного матеріалу здійснити у невимушеній формі.

Канал англomовний, але до кожного відеофрагменту передбачені субтитри, мову яких можна налаштувати вручну. Окрім того, відеоскрайби з

фізики схожого формату представлення матеріалу можна переглянути на каналах

Цікава наука»

Vsauce
Цікава наука - 1/7

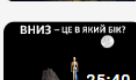


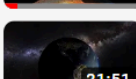
**Подорож у чорну діру [Vsauce]**
Цікава наука 11:00

2 **Безжалюбні бомби [Vsauce]**
Цікава наука 8:39

3 **Чи пласка Земля насправді [Vsauce]**
Цікава наука 10:46

4 **А що, як Земля припинить обертатися [Vsauce]**
Цікава наука 9:45

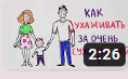
5 **Вниз – це в який бік? [Vsauce]**
Цікава наука 25:40

6 **Як рухається Земля [Vsauce]**
Цікава наука 21:51

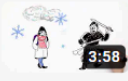
«Научпок».

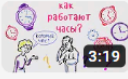
Физика
Научпок - 1/34

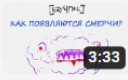


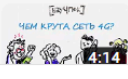
**Как ухаживать за очень сухой кожей? – Научпок**
Научпок 2:26

2 **Возможна ли телепортация? – Научпок**
Научпок 4:16

3 **Как управлять предметами силой мысли – Научпок**
Научпок 3:58

4 **Как работают часы? – Научпок**
Научпок 3:19

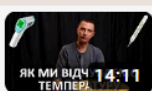
5 **Как появляются смерчи? – Научпок**
Научпок 3:33

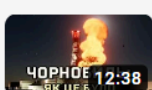
6 **Чем крута сеть 4G – Научпок**
Научпок 4:14

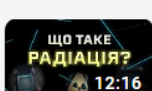
Власні
Цікава наука - 1/4

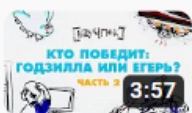


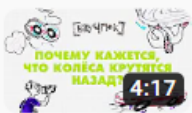
**Про популяризацію, Майкла Шура та напівбогів | Клятий...**
Цікава наука 44:00

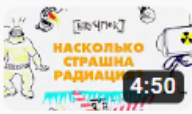
2 **Як ми відчуваємо температуру [Цікава наука]**
Цікава наука 14:11

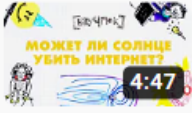
3 **Чорнобиль. Як сталася аварія на ЧАЕС [Mike Bell]**
Цікава наука 12:38

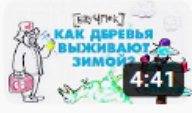
4 **Що таке радіація? [Цікава наука]**
Цікава наука 12:16

**Научпок - Кто победит, Годзилла или Егеръ? Часть 2**
Научпок 3:57

**Научпок - Почему кажется, что колёса крутятся назад**
Научпок 4:17

**Насколько страшна радиация?**
Научпок 4:50

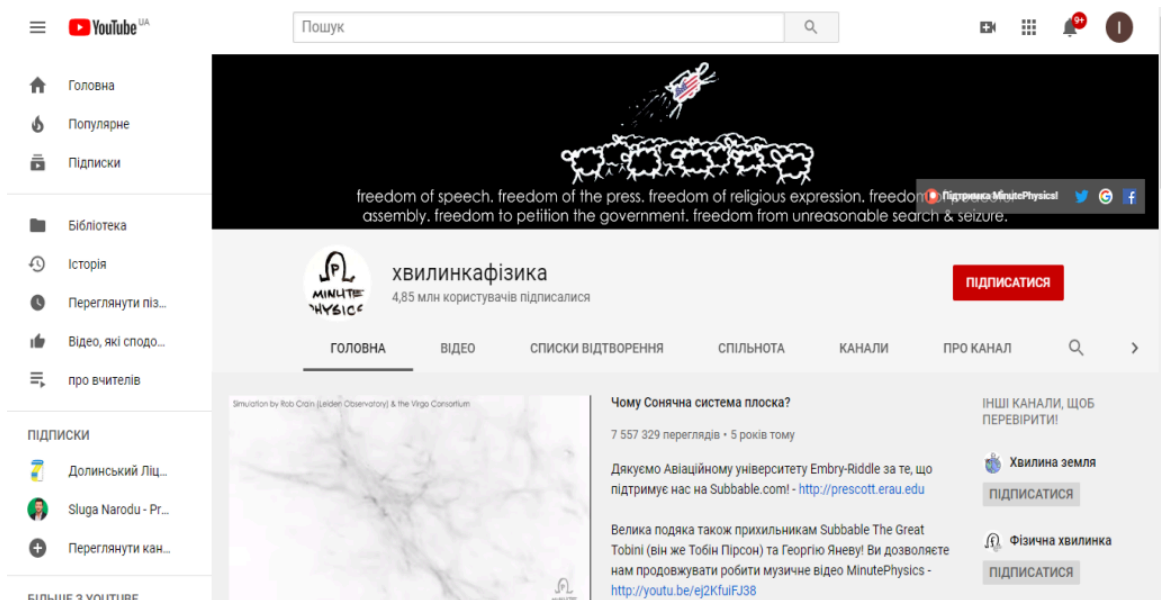
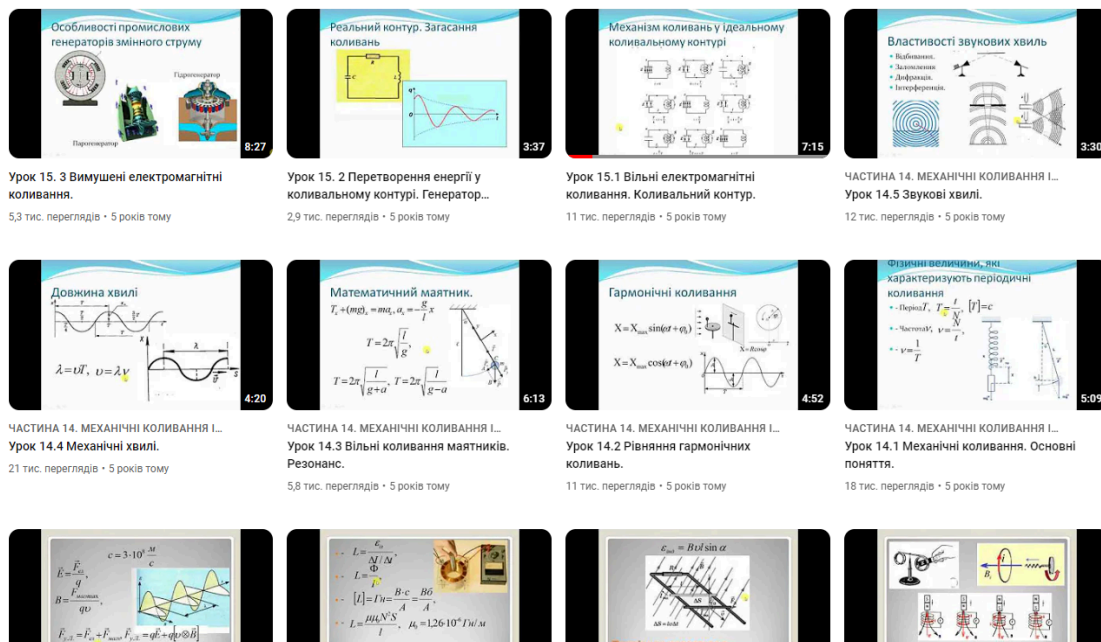
**Научпок - Может ли Солнце убить Интернет?**
Научпок 4:47

**Как деревья выживают зимой? - Научпок**
Научпок 4:41

**Правда ли, что наш мозг**

Освітній проект «На Урок» рекомендує також перегляд мультиплікаційних пояснень сенсу фізичних явищ та процесів на українськомовному каналі (тут зібрано понад 250 відео за навчальними темами програм 10,11 класів).

«Нова школа»



Mini Gear: ідеї для проектів STEM.

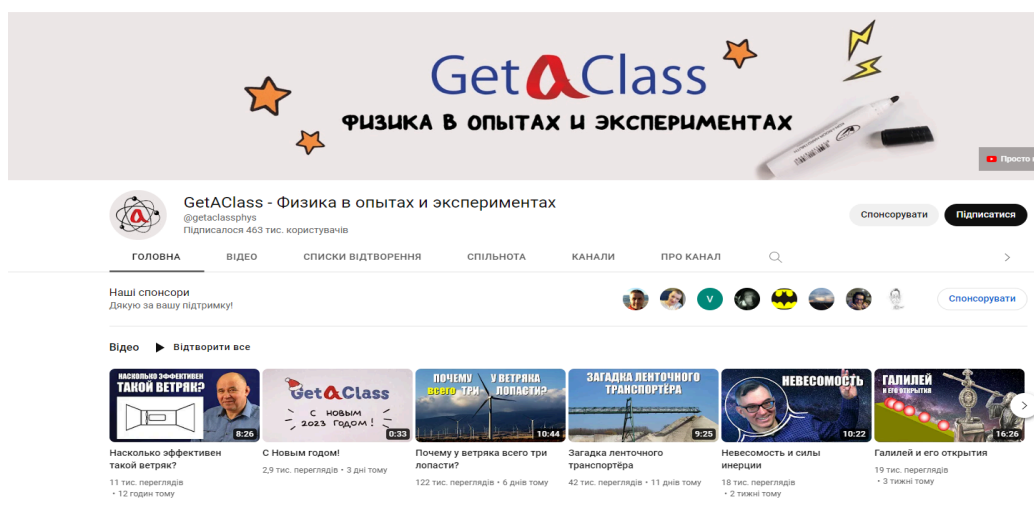
Mini Gear – YouTube-канал, на якому зібрані демонстрації того, як власноруч з підручних матеріалів створити моделі різноманітних механізмів, пристроїв та приладів.



На каналі зібрано понад 200 ідей створення моделей складних механізмів та приладів і представлена покрокова інструкція їх реалізації. Запропонуйте учням реалізувати власноруч справжній STEM-проект, під час роботи над яким можна на практиці використати весь масив попередньо опанованих теоретичних знань з механіки, електрики, оптики тощо.

GetAClass: фізика у досліджах та експериментах

GetAClass – це безкоштовний освітній ресурс, де сформований Банк коротких пізнавальних відео з дослідями, перегляд яких дозволяє з легкістю опанувати складну науку фізику. Ефект Магнуса [GetAClass], відео адаптоване українською проектом «Цікава наука»



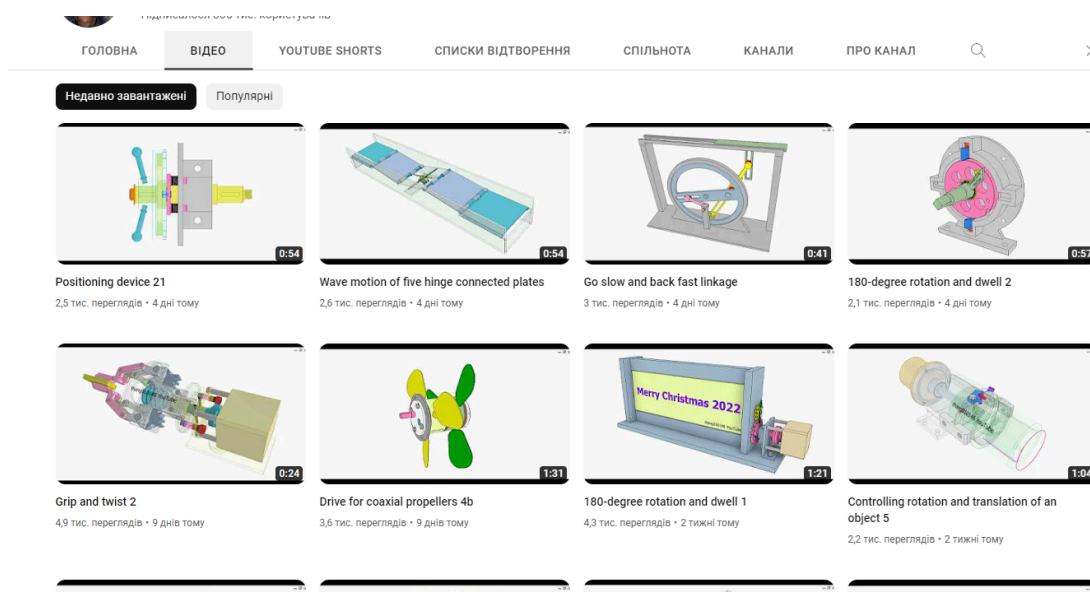
Цей ресурс – справжня знахідка як для викладача, так і для учня. На каналі представлено матеріали з 12 розділів шкільного курсу фізики, що в цілому охоплюють понад 150 тем.

У межах кожної теми можна переглянути цікавий відеоролик, почитати опорний конспект та перевірити за допомогою онлайн-завдань і задач рівень засвоєння навчального матеріалу.

KT Tech HD : демонстрації принципів роботи механізмів.

Під час вивчення фізичних законів покажіть здобувачам освіти принцип роботи певного механізму, в основу якого покладено відповідний фізичний закон. Це дозволить продемонструвати практичне значення математичного змісту фізичних формул.

KT Tech HD – YouTube-канал, на якому представлено понад 500 відеодемонстрацій роботи різноманітних механізмів з коротким письмовим поясненням сенсу процесу, який відтворюється.



Kahoot - використання цифрових ресурсів для навчання в ігровій формі

Навчальна програма, що складається з ігор. Тут можна зробити серію запитань з кількома варіантами відповідей. Формат і кількість запитань залежать від автора. Є можливість додавати відео, зображення та діаграми.

Kahoot можна використовувати не тільки для проведення вікторин та опитувань в режимі реального часу, збираючи учасників для проведення гри.

Також на сайті передбачено завдання для вікторин тривалості (в днях) їх активності, що дозволяє вікторини використовувати як домашнє завдання.

The image displays three screenshots of the Kahoot! website interface, illustrating various quiz categories and questions available for use.

Top Screenshot: The main navigation bar includes links to Головна, Досліджуй, **Бібліотека**, Звіти, Групи, and Market. The left sidebar shows options like Кахути, Курси, Придбаний контент, and Мої папки. The main content area displays two quiz cards: "Діоди" (15 запитань) and "Змінний струм" (11 запитань), both created by svtlananikolina.

Middle Screenshot: The main navigation bar includes links to Головна, Досліджуй, Бібліотека, Звіти, Групи, and Marketplace. The left sidebar shows options like Кахути, Курси, Придбаний контент, and Мої папки. The main content area displays a quiz titled "Світлові явища" (Фізика, 9 кл) with 20 questions. The questions listed are:

- 1 - Квіз: Яке оптичне явище ілюструє фотографія?
- 2 - Квіз: Який закон підтверджується існуванням сонячних і місячних затемнень?
- 3 - Квіз: Яким є зображення предмета у плоскому дзеркалі?
- 4 - Квіз: Лінію, що вказує напрям поширення енергії світла, називають:

Bottom Screenshot: The main navigation bar includes links to Головна, Досліджуй, Бібліотека, Звіти, Групи, and Marketplace. The left sidebar shows options like Кахути, Курси, Придбаний контент, and Мої папки. The main content area displays a quiz titled "Фізика атома і атомного ядра" (Фізика, 9 кл) with 18 questions. The questions listed are:

- 1 - Квіз: З яких частинок складається атом?
- 2 - Квіз: З яких частинок складається атомне ядро?
- 3 - Квіз: Вкажіть що таке радіоактивність:

II. ІНТЕРАКТИВНІ РОБОЧІ АРКУШІ – ЕФЕКТИВНИЙ ІНСТРУМЕНТ СУЧАСНОГО ВИКЛАДАЧА

Інтерактивні робочі аркуші це такий вид навчального матеріалу, що готується та часто використовується викладачем з метою організації та підтримки самостійної навчальної діяльності. Інтерактивний робочий аркуш це вебсторінка, на якій можна розмістити навчальний матеріал і різного типу завдання для здобувачів освіти. Це може бути відео, зображення, текст, на основі яких здобувачі освіти відповідають на запитання і виконують завдання. Можна вставляти зображення і робити їх інтерактивними, додаючи на них мітки з текстом, гіперпосиланнями, запитаннями, вікнами для введення тексту. Запитання можуть бути текстовими, а можуть бути у вигляді аудіофайлів. У багатьох завданнях можна задати відповіді для автоматичної перевірки.

Досить значної популярності інтерактивні інтерактивні аркуші здобули під час дистанційного навчання. Аркуші можна використовувати під час вивчення різних дисциплін, оскільки аркуші можуть поєднувати будь-які типи контенту. Сервіс інтуїтивно зрозумілий. Конструктор робочого аркуша поєднує досвід та творчість викладачів, дозволяючи швидко створювати широкий спектр питань: відкриті запитання, множинний вибір, відповідні пари, заповнюйте бланк, заповнюйте зображення, таблиці і таке інше. Існує чимало онлайн-сервісів, за допомогою яких можна створювати інтерактивні робочі аркуші. Сучасному викладачу такі інтерактивні інструменти вкрай необхідні, оскільки зручно отримувати зворотний зв'язок від учнів. Інтерактивні робочі аркуші мають ряд переваг: можливість багаторазового використання; вільне використання різних джерел інформації; публікація на власному сайті, блозі; email-розсилку; можливість організації, групової роботи, роботи в парах, індивідуальної роботи.

На одному такому аркуші можна компактно розмістити не тільки інтерактивні вправи чи завдання, але і візуалізувати інформацію, розмістивши посилання на відеоресурси, динамічні малюнки і симуляції. Здобувачі освіти ж

мають змогу не задумуватися над оформленням, розв'язувати навчальні задачі будь - якими способами. Такі аркуші дозволяють і заощаджувати час. Завдання на інтерактивних аркушах подаються у незвичайній для підручників формі, саме тому учням цікаво з ними працювати. Використовувати аркуші доцільно не лише при дистанційному навчанні, а також при змішаній формі. Перевагою використання аркушів є їх важливість для індивідуальної роботи учнів. Їх використання дозволяє здобувачам освіти просуватися в опануванні нових знань у власному темпі. Також є можливість при створенні завдань включати в аркуші такі вправи, виконуючи які учень має можливість побачити свої помилки, проаналізувати їх, здійснити самооцінювання.

Тобто аркуші з таким вбудованим змістом стають ефективним інструментом формувального оцінювання.

ІІІ. ВИКОРИСТАННЯ PHET-СИМУЛЯЦІЙ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ

Одним з найбільш перспективних напрямів використання сучасних онлайн інструментів у фізичній освіті є комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів. Надзвичайно зручно використовувати комп'ютерні моделі в якості демонстрацій при поясненні нового матеріалу та при проведенні лабораторних робіт. Це дуже важливо при проведенні фізичного експерименту тоді, коли ми маємо справу з фізичними явищами, які неможливо спостерігати у повсякденному житті. Проведення експериментальних лабораторних робіт досить зручне на комп'ютері, ресурс сучасних комп'ютерних систем достатній для проведення фізичного експерименту, де можна спостерігати візуалізацію процесів.

PhET Interactive Simulations - це віртуальне середовище яке створили науковці Колорадського університету. Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology) використовується для віртуального моделювання у процесі вивчення природничих наук. На сайті міститься понад 200 різного рівня моделювання з фізики, хімії, біології, математики та інших природничих наук. На сайті розміщені загальні методичні настанови і методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Всі PhET-моделі знаходяться у вільному доступі на веб-сайті PhET та прості у використанні. Вони можуть бути завантажені і використані за допомогою стандартного веб браузеру.

Сайт моделювання оживляє за допомогою мультиплікації та графіки те, що невидиме для наших очей, він дає змогу оперувати процесами, використовуючи такі дії як «натиснути», «перетягнути» або за допомогою різних перемикачів. З метою проведення кількісних досліджень, що можуть бути виконані здобувачами освіти, сайт також пропонує вимірювальні прилади наприклад лінійки ,годинники, вольтметри, амперметри, термометри, термопари тощо... Учні маніпулюють цими інтерактивними інструментами отримують вимірювальні величини і зразу ефективно ілюструють причинно-наслідкові

зв'язки. Моделі мають такі особливості, які недоступні більшості засобів навчання (інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок). Симуляції розроблені, щоб бути веселими і захоплюючими, використовуються кумедні зображення та не розумні функції (можливість додати собаку, лазер що вибухає, якщо додати занадто багато фотонів тощо...). Однак моделі включають не тільки кумедні особливості, а й симуляції, які насправді сприяють вивченню науки. Деякі переваги порівняно з реальним обладнанням, те що моделювання дозволяє учням побачити наочну модель для поточного потоку (віртуальні електрони проходять через провідник), обладнання ніколи не ламається чи зношується, і учні можуть працювати без страху зламати прилади. Інші симулятори можуть замінити реальне обладнання, включаючи електромагнітні лабораторії Фарадея, маятники, геометричну оптику, маси і пружини, інтерференції хвиль, хвилі та фотоелектричний ефект.

Комп'ютерні моделі використовують інтуїтивне ігрове середовище, де учні можуть вчитися, як дослідники в галузі освіти у спрощеному середовищі, де можливо зробити невидиме видимим. Для якісного, повноцінного засвоєння матеріалу при проведенні PhET лабораторних робіт, учні можуть переглядати матеріал не один раз, а декілька.

Проведення лабораторних робіт з використанням інтерактивних комп'ютерних моделей може допомогти викладачеві поступово формувати у здобувачів освіти дослідницькі вміння і пізнавальні інтереси, але використання інтерактивних моделей не може замінити проведення дослідів та експериментів з реальними об'єктами та приладами. Моделі лише можуть мати відігравати допоміжну роль формувати в учнів нові навички, збуджувати інтерес до експериментування.

IV. ВИСНОВКИ

Як показує мій власний досвід, використання сучасних онлайн-інструментів в навчальному процесі сприяє більш якісному оволодінню навичками та більш ефективному формуванню мотивації учнів до навчання, значно підвищує зацікавлення учнів фізикою і дозволяє вивести сучасний урок на якісно новий рівень. Під час таких уроків здобувачі освіти навчаються критично мислити, зважувати альтернативні думки, приймати рішення, дискутувати, спілкуватися з один з одним. Це досягається завдяки організації групової, індивідуальної, парної роботи, застосовуються дослідницькі проекти, безпосередньо робота з текстом, різноманітними інформаційними джерелами, використовуються творчі роботи. Проводячи уроки шляхом використання сучасних онлайн інструментів викладач зацікавлює учнів предметом, формує активну життєву позицію, вдосконалює розумові навички, створює ситуацію успіху. Під час таких занять кожен учень відчуває себе невимушено, а це сприяє розвитку його компетентності, що і є сьогодні основним завданням освіти.

Аналіз даних показав, що впровадження в навчальний процес сучасних онлайн інструментів, сприяє більш якісному оволодінню навичками та більш ефективному формуванню мотивації учнів до навчання. В результаті використання новітніх технологій якість знань учнів підвищилася у межах від 10 до 29%.

Використання комп'ютерного моделювання фізичних явищ і процесів пов'язана з необхідністю осучаснення уроку фізики, надання учням можливості реалізації природної здатності до пошуку і дослідження. Комп'ютерні моделі на уроках фізики створюють атмосферу пошуку, дозволяють індивідуалізувати процес засвоєння і застосування знань. Уміле поєднання комп'ютерних технологій і традиційних методів навчання фізики дають бажаний результат: достатній рівень засвоєння знань з фізики й усвідомлення їх практичного застосування. Можливості використання комп'ютерних моделей ще досліджені не повністю, тому перспективи подальших наукових розробок вбачаємо у використанні моделей, зокрема PhETсимуляцій, в освітньому процесі для формування дослідницької компетентності здобувачів освіти.

V. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гуржій А. М. (2013). Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища загальноосвітніх навчальних закладів. Інформаційні технології в освіті. 15, 30-37. URL: <http://surl.li/ehlaj>
2. Інтерактивний робочий аркуш: переваги і можливості URL: <http://surl.li/ehlaa>
3. Федчишин, О., Мохун, С., & Чопик, П. (2022). Методичні основи використання phet-симуляцій у процесі вивчення фізики . Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: педагогіка, 1(1), 16–24. URL: <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.1.2>
4. Інтерактивні симуляції для природничих наук і математики. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/>.
5. Мохун С. В., Федчишин О. М. Використання віртуальних фізичних моделей в умовах дистанційного навчання. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: Матеріали VI міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 12–13 листопада 2020 р.). Тернопіль, 2020. С. 139–142.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Інтерактивний робочий аркуш на тему: «Підготовка до контрольної роботи. Розв'язування задач»

<https://cutt.us/zsoFa>

Інтерактивні аркуші | Wizer.me
app.wizer.me

Створи Попередній перегляд Призначити Оцінити Оцінити 2,0 Інсайти

Перегляньте свій диференційований аркуш Роздрукувати

Підготовка до контрольної роботи. Розв'язування задач

Які істоти можуть сприймати інфразвук?

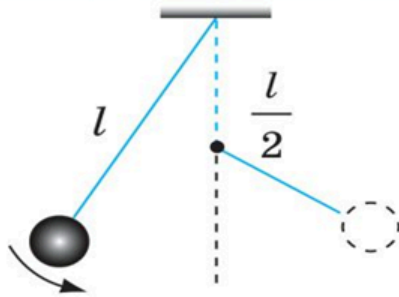
a 

b 

c 

d 

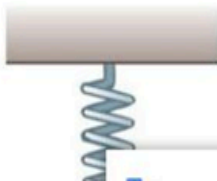
Визначте період коливань маятника, якщо довжина нитки 1,6 м.



Надайте сфотографоване (відскановане) рішення на папері або в електронному вигляді

Записувач відповідей (необов'язково) -  Голос

Рівняння коливань тягарця на пружині має вигляд:
 $x = 0,05 \cos(40\pi t + \pi/6)$ (м). Визначте жорсткість пружини, максимальну швидкість коливань тягарця та потенціальну енергію пружини у фазі $\pi/4$, якщо маса тягарця – 200 г.

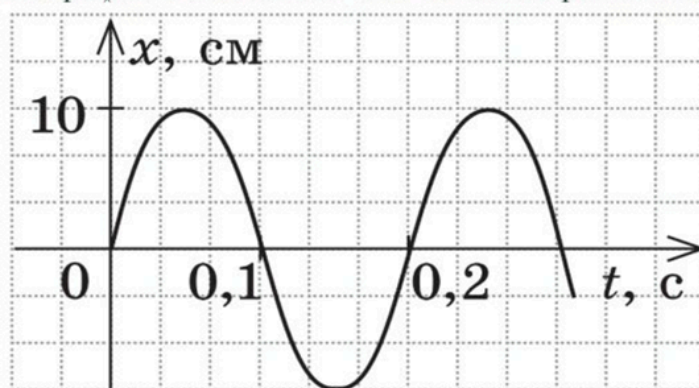


Установіть відповідність між видом коливання і тілом, яке призводить до такого коливання.

Вільні коливання	Коливання поплавця на поверхні води
Вимушені коливання	Биття серця
Автоколивання	Коливання струни гітари

Ніжка камертона випромінює ноту «ля» першої октави. Визначте довжину звукової хвилі, якщо швидкість поширення звуку досягає 330 м/с. Дайте відповідь числом з одиницями в системі СІ

За графіком коливання тіла запишіть рівняння коливання.



Додаток 2. Інтерактивний робочий аркуш на тему:

«Розв'язування задач з теми «Конденсатори» <https://cutt.us/boPda>

Interactive Worksheets | Wizer.me
app.wizer.me

Створи ти Попередній перегляд Призна чити Оцінити Оцінити 2,0 Інсайти

Перегляньте свій диференційований аркуш

РОЗДРУКУВАТИ

Розв'язування задач з теми "Конденсатори"

Повторіть основні формули знаходження електричної ємності конденсатора за опорним конспектом:

Електроємність плоского конденсатора 	$C = \frac{q}{U}, \quad C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ C – електроємність, Φ q – заряд на обкладках конденсатора, <u>$Kл$</u> U – напруга між обкладками конденсатора, <u>B</u> ϵ – діелектрична проникність середовища, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Kл^2}{Hм^2}$ – електрична постійна, S – площа обкладок конденсатора, <u>$м^2$</u> d – відстань між обкладками конденсатора, <u>$м$</u>	
--	--	--

Задача 1. Знайдіть ємність конденсатора, якщо заряд на його обкладках дорівнює $4,0 \text{ нКл}$, а напруга між обкладками становить 80 В ?

($1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$, $1 \text{ пФ} = 10^{-12} \text{ Ф}$)

- | | |
|----------------|-----------------|
| a 50 пФ | b 320 пФ |
| B 20 пФ | d 320 пФ |

Задача 2. Як змінити ємність конденсатора, якщо площу його

Задача 2. Як змінити ємність конденсатора, якщо площу його пластинника збільшити в 2 рази?

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| a збільшитися в 2 рази | b збільшитися в 4 рази |
| В зменшитися в 2 рази | d зменшитися в 4 рази |

Задача 3. Як змінити ємність конденсатора, якщо відстань між його пластинами збільшити в 3 рази?

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| a збільшитися в 3 рази | b збільшитися в 9 разів |
| В зменшитися в 3 рази | d зменшитися на 9 разів |

Задача 4. Знайдіть ємність плоского конденсатора, площа кожної його пластини дорівнює 100 см^2 , а якщо відстань між пластинами становитиме $3,5 \text{ мм}$?

($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$; $1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$ $1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$)

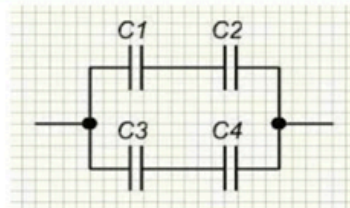
- | | |
|-----------------|----------------|
| a 0,3 пФ | b 20 пФ |
| В 25 пФ | d 33 пФ |

Задача 5. Плоский конденсатор складається з двох пластин площею 50 см^2 шкiри, розташованих на відстані $2,0 \text{ мм}$ однієї від однієї і розділених шаром слюди. Конденсатор зарядили до напруги 200 В . Визначте заряд конденсатора. (діелектрична проникність слюди $\epsilon = 6$, останні додаткові дані візьміть із попередньої задачі)

- | | |
|-----------------|-----------------|
| a 31 нКл | b 27 нКл |
| В 74 нКл | d 89 нКл |

аркуш

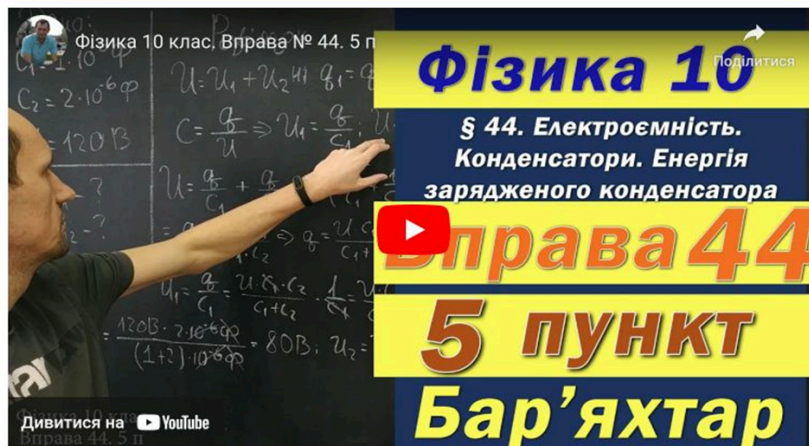
Дано схема з'єднання конденсаторів



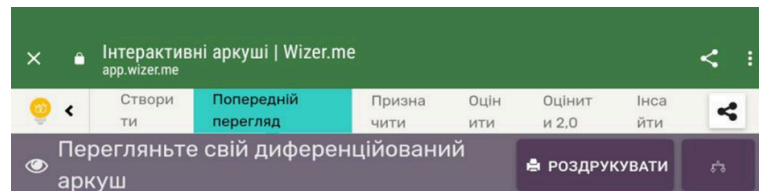
Задача 6. Визначте ємність акумуляторної батареї конденсаторів (див. рисунок бульбашки), якщо $C_1 = 2 \text{ мкФ}$, $C_2 = 8 \text{ мкФ}$, $C_3 = 2 \text{ мкФ}$, $C_4 = 2 \text{ мкФ}$.

- | | |
|------------------|------------------|
| a 14 мкФ | b 1,4 мкФ |
| В 2,6 мкФ | d 1,6 мкФ |

Перегляньте відео та переписіть в робочий зошит розв'язок задачі із Впр. 44 (5)



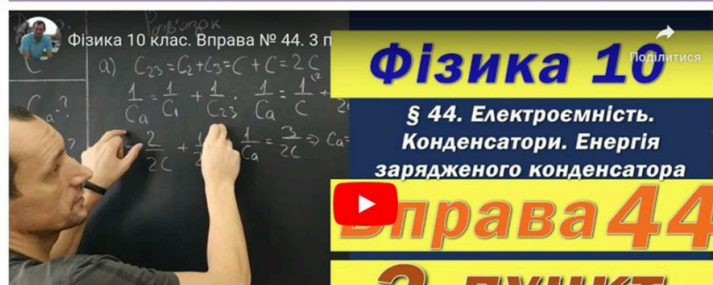
Задача 7. Два конденсатори ємностями 5,0 та 8,0 мкФ з'єднали і підключили до джерела постійної напруги 120 В. Визначте



Повторіть формули для розрахунку електричних кіл із конденсаторами

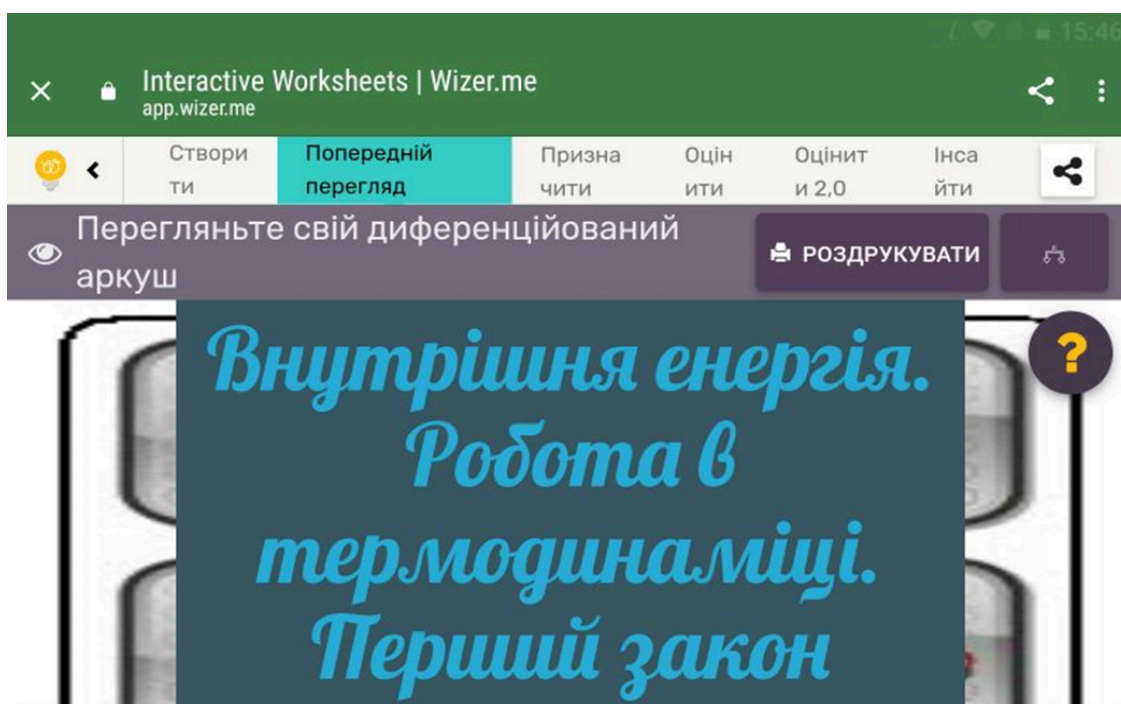
Електроємність батарей конденсаторів	
Паралельне з'єднання конденсаторів	$q = q_1 + q_2 + q_3$ $U = U_1 = U_2 = U_3$ $C = C_1 + C_2 + C_3$ Якщо батарея містить n – однакових конденсаторів, ємністю C_0 кожен, то $C = n \cdot C_0$
	$q = q_1 = q_2 = q_3$ $U = U_1 + U_2 + U_3$ $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ Для 2 – х конденсаторів загальну ємність можна розрахувати за формулою: $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ Для 3 – х конденсаторів загальну ємність можна розрахувати за формулою: $C = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_2 C_3 + C_1 C_3 + C_1 C_2}$ Якщо батарея містить n – однакових конденсаторів, ємністю C_0 кожен, то $C = \frac{C_0}{n}$

Перегляньте відео та переписіть в робочий зошит розв'язок задачі із Впр. 44 (3)



Додаток 3. Інтерактивний робочий аркуш на тему: «Внутрішня енергія. Робота в термодинаміці. Перший закон термодинаміки»

<https://cutt.us/dGvyq>



Добрий день, шановні студенти!

Продовжуємо вивчення 2 розділу фізики "Молекулярна фізика і термодинаміка".

Сьогодні починаємо розвивати "ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ".

Запишіть дату і тему заняття у вашій зошити "Внутрішня енергія. Робота в термодинаміці. Перший закон термодинаміки".

По ходу вивчення теми робіть стислий конспект!!!

1. Термодинаміка – наука про температуру, теплоту і про взаємні перетворення теплоти і роботи. Це **розділ** молекулярної фізики, який **вивчає теплові процеси без виявлення внутрішніх чинників структури речовин**.

Термодинаміка була створена в центрі XIX століття після відкриття закону про збереження енергії. Термодинаміка розглядає загальні властивості фізичних систем у стані термодинамічної рівноваги.

У ній розвивається закон збереження енергії (перший закон термодинаміки), другий закон термодинаміки, а також доводиться неможливість створення вічного двигуна. Термодинаміка служить науковою основою сучасних теплових двигунів, холодильних установок, апаратів для зберігання зріджених газів. Наразі головні зусилля на виконання кінцевого технічного завдання – підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) теплових двигунів. Закони термодинаміки є складовою загальних закономірностей природи (ЗЗП) – закономірності збереження та спрямованості процесів до рівноважного стану.

×

🔒

Interactive Worksheets | Wizer.me

app.wizer.me

🔗

⋮

🔔

⏪

Створи ти

Попередній перегляд

Призна чити

Оцін ити

Оцінит и 2,0

Інса йти

🔗

👁

Перегляньте свій диференційований аркуш

🖨 РОЗДРУКУВАТИ

🔍

Позначте правильну відповідь.

2. З яких частин складаються всі речовини?

- a

мол
- b

йонів
- B

електронів
- d

молекул, атомів

3. Напишіть правильну відповідь

273 К - виразіть у Цельсіях....

25 ⁰ С - виразіть у Кельвінах....

В

I

U

T

▼

🔥

😊

🖼

🔗

↩

Ω

x₂

x²

↶

↷

✍

Напишіть свою відповідь...

Записувач відповідей (необов'язково) -  Голос

У новинах ви могли чути фразу: «Супутник увійшов в атмосферу Землі й припинив своє зображення».

Але ж зрозуміло, що шлях мав величезну механічну енергію: кінетичну, після чого він рухався, та потенціальний, остався високий над поверхневою Землею. Куди ж зникла колосальна енергія супутника?

Фізики пояснюють, що ця енергія передалася частинкам (молекулам, атомам, йонам) повітря та частинкам супутника, тобто перейшла в енергію в середині речовини. Цю енергію також внутрішньою.

4. Подивіться відео і запишіть відповіді у свій контекст на такі питання:

×

Interactive Worksheets | Wizer.me

app.wizer.me

↗

💡

←

Створи

ти

Попередній

перегляд

Призна

чити

Оцін

ити

Оцінит

и 2,0

Інса

йти

👤

👁

Перегляньте свій диференційований аркуш

🖨

РОЗДРУКУВАТИ

🔗

4. Подивіться відео і запишіть відповіді у свій контекст на такі питання:

1. Які фізичні величини відносяться до макропараметрів?
2. Дайте визначення внутрішньої енергії? Яким символом її позначають.
3. Які способи зміни внутрішньої енергії ви знаєте?
4. Формула внутрішньої енергії ідеального газу.
5. Що таке теплопередача? Які ви бачите теплопередачі?
6. Чому дорівнює робота газу в термодинаміці?
7. Які макропараметри системи змінюються під час виконання роботи?
8. Чому дорівнює робота під час ізогорного процесу?

На допомогу підручник Коршак - 10, параграфи 52-54

<https://shkola.in.ua/508-fizyka-10-klas-korshak.html>

сismac

Урок 9.1 Внутрішня енергія і її зміна при теплопередачі та виконан...

▶

Поділитися

ГЕОМЕТРИЧНЕ ТЛУМАЧЕННЯ РОБОТИ ГАЗУ

Якщо об'єм газу збільшується ($V_2 > V_1$), то робота газу додатна ($A > 0$); якщо об'єм газу зменшується ($V_2 < V_1$), - від'ємна ($A < 0$).

Дивитися на

▶

YouTube

5. Вставте пропущені слова, використовуючи з банку слів

5. Вставте пропущені слова, використовуючи з банку слів

Якщо системи тіла _____ тільки між собою, то така _____ називається _____. Стан термодинамічної системи зумовлений _____, об'ємом та зовнішнім _____.

6. З'єднайте фізичні терміни з малюнками, які їм відповідають.

1. Конвекція	
2. Випромінювання	
3. Теплопередача	
4. Теплопровідність	

7. Подивіться відео і запишіть відповіді у свій контекст на такі питання:

1. Що таке кількість тепла?
2. Як розрахувати кількість тепла, передану тілу під час нагрівання (або видалити ним під час охолодження)?

7. Подивіться відео і запишіть відповіді у свій контекст на такі питання:

1. Що таке кількість тепла?
2. Як розрахувати кількість тепла, передану тілу під час нагрівання (або видалити ним під час охолодження)?
3. Як обчислити кількість теплоти, необхідну для плавлення кристалічної речовини? для перетворення рідини на пару?

Урок 9.2 Кількість теплоти. Рівняння теплового балансу.

ПИТОМА ТЕПЛОЄМНІСТЬ РЕЧОВИНИ

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}, \quad [c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$Q_{\text{одерж}} = cm(t_{\text{к}} - t_{\text{н}}),$$

$$Q_{\text{від}} = cm(t_{\text{н}} - t_{\text{к}})$$


Дивитися на YouTube

Поділитися

8. Розв'яжіть задачу і запишіть відповідь

Вважаючи, що внутрішня енергія ідеального газу складається з кінетичної енергії всієї його молекули, врахуйте, яка внутрішня енергія має 500 г гелію (He) при температурі 300 К.

В I U Tl

Ω x₂ x²

Один із **фундаментальних законів природи** — **закон збереження та перетворення енергії**. Вперше до відкриття цього закону дійшов німецький лікар і фізик *Юліус Роберт фон Маєр* (1814–1878). Як це не дивно, на відкриття вченого наштовхнули спостереження над зміною кольору крові в людей. Маєр помітив, що венозна кров у тих, хто живе в тропіках, світліша, ніж у жителів його країни, і кольором нагадує артеріальну. **Він зробив висновок**, що різниця в кольорі зумовлена зменшенням споживання кисню, або «силою процесу згоряння», який складається в організмі. Незалежно від Маєра й зовсім інакше до закону про збереження енергії дійшли англійський промисловець і вчений *Джеймс Прескотт Джоуль* (1818–1889) і німецький фізик, фізіолог і психолог *Герман Людвіг Фердинанд фон Гельмгольц* (1821–1894).

Закон збереження та перетворення енергії керує всіма явищами природи, невідомо жодного випадку, коли б цей закон не виконувався. Із цього відео ви дізнаєтеся про закон збереження та перетворення енергії в термодинаміці.

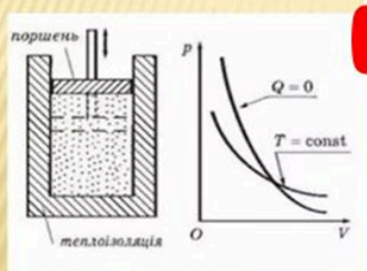
9. Подіться відео і законспекуйте таке поняття

1. Сформулюйте перший закон термодинаміки.
2. Як буде записаний перший закон динаміки для *ізотерного* процесу? для *ізотермічного* процесу? для *ізобарного* процесу?
3. Який процес називається адіабатним?
4. Запишіть перший закон термодинаміки для адіабатного розширення газу; для адіабатного стиснення газу.

Урок 9.3 Закони термодинаміки.

АДІАБАТНИЙ ПРОЦЕС

$Q = 0,$



поршень
теплоізоляція

$\Delta U = -A,$
 $\Delta U = A'$

Поділитися

Повитися на YouTube

Додаток 4. Лабораторна робота № 1.

Тема. «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху»

Мета: визначити прискорення руху скейтбордиста, який з'їжджає похилим треком.

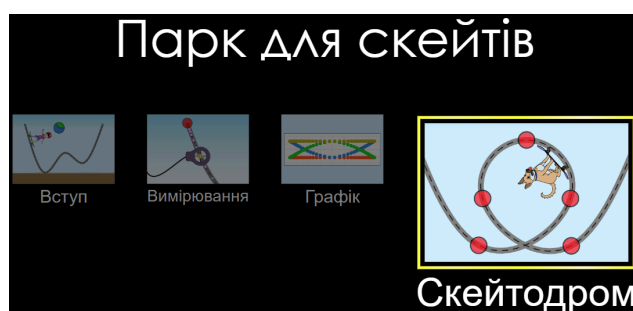
Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (скейтбордист, різні треки, секундомір, рулетка).

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом та натисніть кнопку *Скейтодром*:

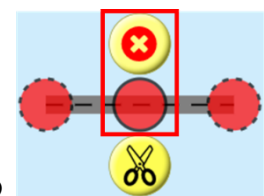
https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_uk.html



2. Створіть трек (похилу площину) для скейтбордиста. Для цього:

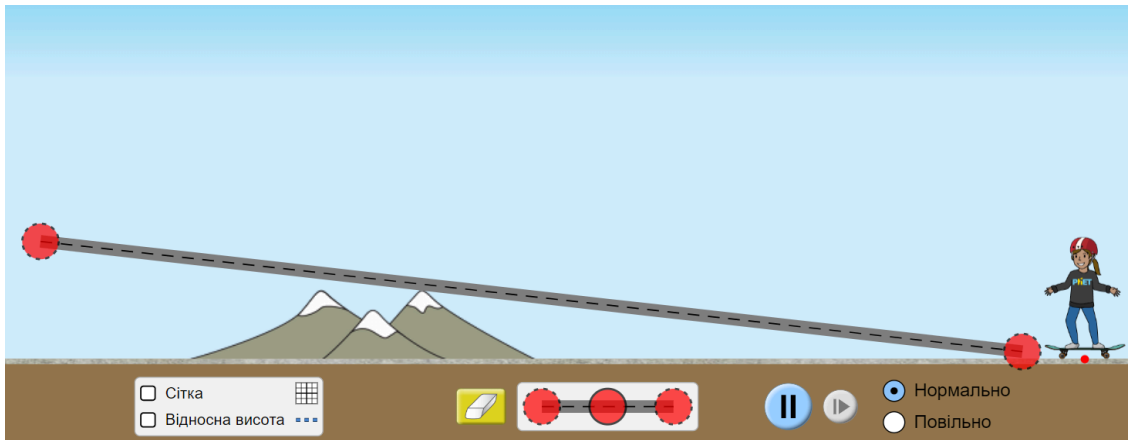
- перетягніть в робочу область інструмент для побудови трек

у;



- натисніть на червоне коло посередині та видаліть його ;

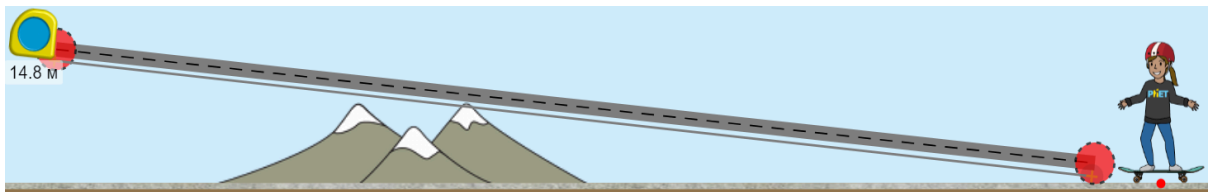
- перетягуючи ліве коло та праве коло, розмістить трек під невеликим кутом до горизонту (див. рисунок).



Експеримент

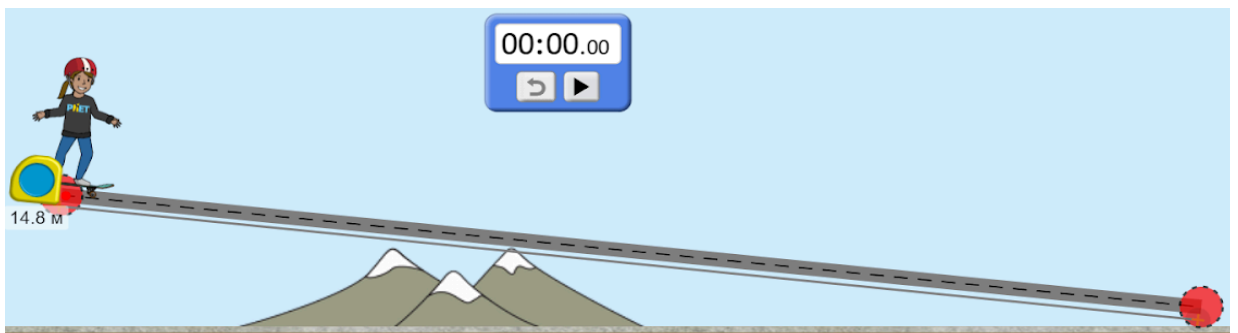
Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці

1. За допомогою рулетки виміряйте відстань s від лівого кола до правого кола (ця відстань дорівнює модулю переміщення скейтбордиста вздовж прямолінійної траєкторії). Запишіть дані в таблицю.

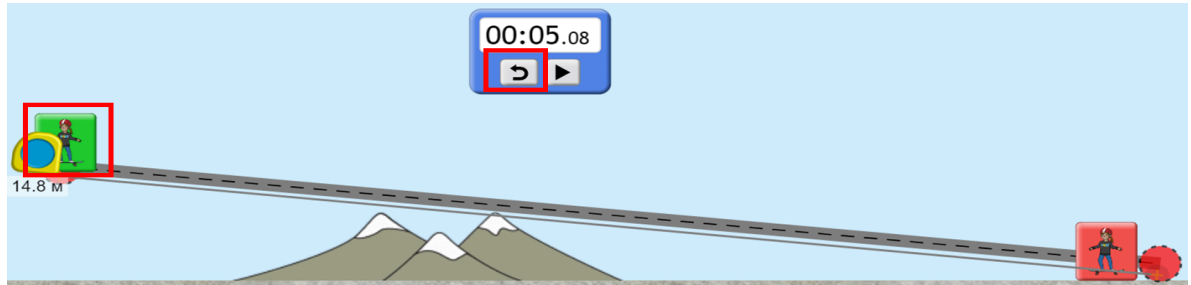


2. Протягніть секундомір в довільне місце робочої області.

3. Протягніть скейтбордиста у ліве верхнє положення, там, де зображений червоний круг, відпустіть та за допомогою секундоміра виміряйте час t_1 , за який зіжджає скейтбордист по похилій площині до нижнього положення, де зображений червоний круг. Дані секундоміра запишіть в таблицю.



4. Повторіть дослід ще тричі. Для цього обнулiть секундомiр  та натисніть кнопку розпочати дослід спочатку . Дані секундоміра запишіть в таблицю.



	П еремі-ще ння скейт-бо рдис-та $s, \text{ м}$	Час руху скейтбордиста		П риск-ре ння скейт-бо рдис-та $a_{\text{сеп}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	Похибка вимірювання прискорення		Результ ат вимірювання прискорення $a = a_{\text{сеп}} \pm \Delta a,$ $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
		$t_i, \text{ с}$	$t_{\text{сеп}}, \text{ с}$		відносна $\varepsilon_a, \%$	абсолютна $\Delta a, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть середній час руху скейтбордиста: $t_{\text{сеп}} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4)}{4}$

2. Обчисліть середнє значення прискорення скейтбордиста: $a_{\text{сеп}} = \frac{2s}{t_{\text{сеп}}^2}$

3. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання часу:

$$\Delta t_{\text{сеп}} = \frac{|t_1 - t_{\text{сеп}}| + |t_2 - t_{\text{сеп}}| + |t_3 - t_{\text{сеп}}| + |t_4 - t_{\text{сеп}}|}{4}; \quad \varepsilon_t = \frac{\Delta t_{\text{сеп}}}{t_{\text{сеп}}}$$

4. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання модуля переміщення: $\Delta s = \Delta s_{\text{прил}} + \Delta s_{\text{вип}}; \varepsilon_s = \frac{\Delta s}{s}$

(Вважайте, що похибка рулетки дорівнює половині ціни поділки шкали цього приладу $\Delta s_{\text{прил}} = 0,05$ м. Вимірювання проводилися один раз, тому випадкова похибка дорівнює половині ціни поділки шкали приладу $\Delta s_{\text{вип}} = 0,05$ м)

5. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання модуля прискорення: $\varepsilon_a = \varepsilon_s + 2\varepsilon_t; \Delta a = \varepsilon_a \cdot a_{\text{сер}}$

6. Округліть результати та запишіть результат вимірювання прискорення.

(Абсолютну похибку Δa округлюють до однієї значущої цифри із завищенням, а результат вимірювання $a_{\text{сер}}$ – до величини розряду, який залишився в абсолютній похибці після округлення) $a = a_{\text{сер}} \pm \Delta a$

Аналіз експерименту та його результатів

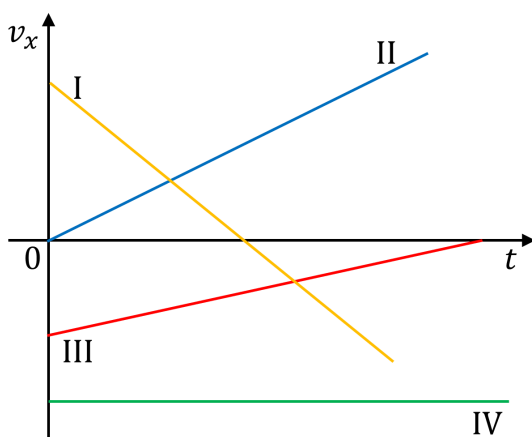
Проаналізуйте експеримент та його результати. Зробіть висновок, у якому зазначте: 1) величину, яку ви вимірювали; 2) результат вимірювання; 3) причини похибки; 4) вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Висновок

Контрольні запитання

1. Вкажіть кількість координат, якими можна задати положення тіла, що рухається прямолінійно; по довільній траєкторії на площині?

2. Визначте за графіком, яке з тіл рухається рівносповільнено прямолінійно в напрямі, протилежному осі OX .



Додаток 5. Лабораторна робота № 2.

Тема. Вивчення руху тіла по колу.

Мета: визначити фізичні величини, які характеризують рівномірний рух штучного супутника Землі по колу: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (модель Землі, модель штучного супутника, годинник).

Хід роботи

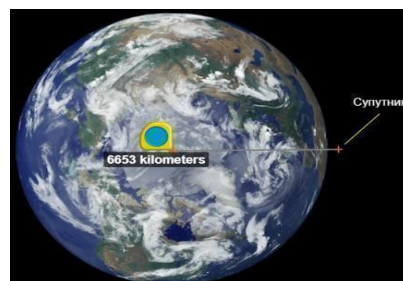
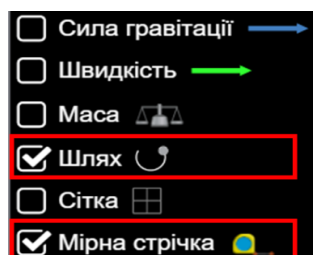
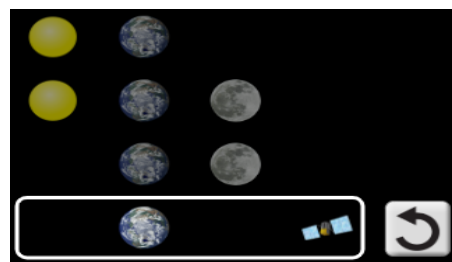
Експеримент

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці

1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку *Масштабувати* та налаштуйте параметри як показано на рисунку:



https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_uk.html



2. За допомогою рулетки виміряйте радіус траєкторії руху штучного супутника навколо Землі (виміряєте відстань від центру Землі до штучного супутника; кілометри переведіть у метри). Запишіть отримані дані у таблицю.

3. Виміряйте час t , за який здійснюється 5-10 обертів штучним супутником навколо Землі. Щоб розпочати дослід натисніть кнопку . Щоб зупинити дослід натисніть кнопку . Час обертання штучного супутника дивимось на **0 Земні хвилини** (хвилини переведіть у секунди). Щоб очистити дані дослідів натисніть кнопку . Запишіть отримані дані у таблицю.

4. Повторіть дослід ще двічі, трішки збільшивши відстань між штучним супутником та Землею. Усі виміри запишіть у таблицю.

	Радіус кола r , м	К-ть обертів N	Час руху t , с	Період обертання T , с	Обертова частота n , с^{-1}	Лінійна швидкість v , м/с	Доцентрове прискорення $a_{\text{дц}}$, м/с^2

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного досліду визначте *період обертання* T , *обертову частоту* n , *лінійну швидкість* v руху штучного супутника навколо Землі:

$$T = \frac{t}{N} \qquad n = \frac{N}{t} \qquad v = \frac{2\pi r}{T}$$

2. Для кожного досліду визначте *модуль доцентрового прискорення* $a_{\text{дц}}$ штучного супутника навколо Землі: $a_{\text{дц}} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

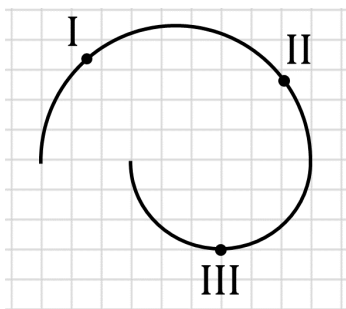
3. Усі отримані дані в ході обчислень запишіть у таблицю.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте: 1) фізичні величини, які ви визначали; 2) чи впливає і якщо впливає, то як саме впливає радіус обертання на: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення; 3) які чинники вплинули на точність одержаних результатів.

Контрольні запитання

1. Тіло рухається з незмінною за модулем швидкістю за траєкторією, наведеною на рисунку. Порівняйте прискорення в трьох точках траєкторії.



2. У скільки разів період обертання Землі навколо власної осі більший за період обертання годинної стрілки механічного годинника?

3. Автомобільне колесо, діаметр якого 60 см, робить 144 оберти за 12 с. Визначте швидкість руху автомобіля.

Творче завдання

Визначте характеристики рівномірного руху по колу (період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення):

- 1) Місяця навколо Землі;
- 2) Землі навколо Сонця.

Додаток 6. Лабораторна робота № 3.

Тема. Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання.

Мета: визначити коефіцієнт тертя ковзання дерева по дереву.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (два дерев'яні ящики; дівчинка; чоловік; дерев'яна поверхня; спідометр; динамометр).

Хід роботи

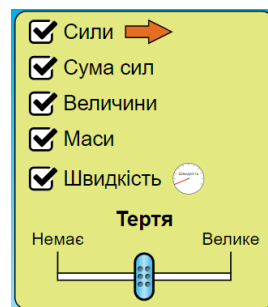
Підготовка до експерименту

1. Перед тим як виконувати роботу, згадайте відповіді на такі запитання:

- 1) Якими є причини виникнення сили тертя?
- 2) Від чого залежить і куди напрямлена сила тертя ковзання?
- 3) За якою формулою обчислюють силу тертя ковзання?

2. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку *Тертя* та налаштуйте параметри як показано на рисунку:

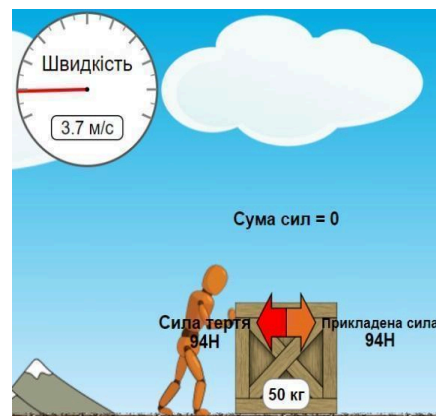




Експеримент

1. Поставте на поверхню *дерев'яний ящик* та запишіть у таблицю його масу, а потім за допомогою робота, зруйте ящик з місця.

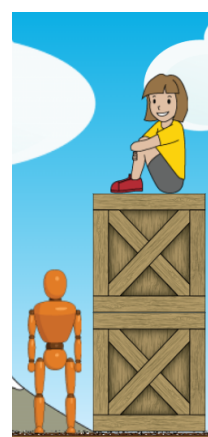
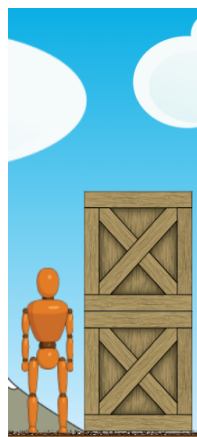
2. Дивлячись на спідометр (положення стрілки має бути стабільним) та значення суми сил (згадайте, якою має бути рівнодійна сил при рівномірному русі) зробіть так, щоб *ящик рухався рівномірно* і запишіть значення сили тертя ковзання у таблицю.



3. Повторіть дослід, поставивши на поверхню:

- ящик з дівчинкою;
- ящик з чоловіком;
- ящик з ящиком;
- ящик з ящиком та дівчинкою;
- ящик з ящиком та чоловіком.

Отримані дані експерименту запишіть в таблицю.

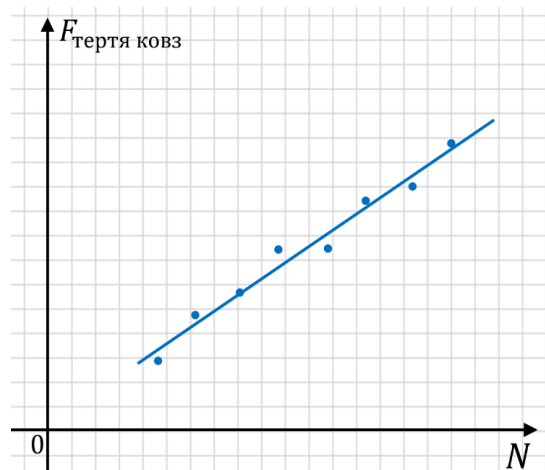


Номер досліду	Сила ковзання $F_{\text{тертя ковз}}, \text{ Н}$	Загальна маса, $m, \text{ кг}$	Сила нормальної реакції опори $N = mg, \text{ Н}$
1. Ящик			
2. Ящик + дівчинка			
3. Ящик + чоловік			
4. Ящик + ящик			
5. Ящик + ящик+ дівчинка			
6. Ящик + ящик + чоловік			

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть для кожного досліду *силу нормальної реакції опори за формулою: $N = mg$*

2. За результатами дослідів побудуйте графік залежності сили тертя ковзання $F_{\text{тертя ковз}}$ від сили нормальної реакції опори N як показано на рисунку.



(Внаслідок похибки вимірювань експериментальні точки можуть не лежати на одній очікуваній лінії. У цьому випадку графік проводять так, щоб з обох боків від нього була приблизно однакова кількість точок. Якщо розташування якої-небудь точки значно відхиляється від області розташування інших точок, то її слід вважати промахом і не враховувати під час побудови графіка)

3. Виберіть на графіку довільну точку та визначте відповідні їй значення сили тертя ковзання $F_{\text{тертя ковз}}$ та силу нормальної реакції опори N .

$$F_{\text{тертя ковз}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad N = \underline{\hspace{2cm}}$$

Скориставшись формулою $\mu_{\text{сер}} = \frac{F_{\text{тертя ковз}}}{N}$, визначте середнє значення коефіцієнта тертя ковзання.

4. Обчисліть відносну похибку вимірювання коефіцієнта тертя ковзання (використовуючи дані першого досліді):

1) Відносна похибка сили тертя ковзання:

$$\varepsilon_{F_{\text{тертя ковз}}} = \frac{\Delta F_{\text{тертя ковз}}}{F_{\text{тертя ковз 1 дослід}}}, \text{ де } \Delta F_{\text{тертя ковз}} = 1 \text{ Н}$$

2) Відносна похибка сили нормальної реакції опори:

$$\varepsilon_N = \frac{\Delta N}{N_{1 \text{ дослід}}}, \text{ де } \Delta N = 1 \text{ Н}$$

3) Відносна похибка коефіцієнта тертя ковзання: $\varepsilon_{\mu} = \varepsilon_{F_{\text{тертя ковз}}} + \varepsilon_N$

5. Обчисліть абсолютну похибку вимірювання коефіцієнта тертя ковзання: $\Delta\mu = \varepsilon_{\mu} \cdot \mu_{\text{сер}}$

6. Запишіть результати вимірювання коефіцієнта тертя ковзання у такому вигляді:

$$\mu = \mu_{\text{сер}} \pm \Delta\mu$$

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. У висновку зазначте: 1) величину, яку ви вимірювали; 2) результат вимірювання; 3) причини похибки.

Контрольні запитання

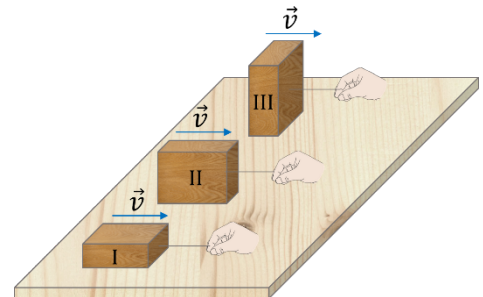
1. Вкажіть, чи може коефіцієнт тертя ковзання бути більшим одиниці, і якщо може, то наскільки.

2. Три однакових однорідних тіла поклали на поверхню стола різними гранями і, потягнувши за мотузку, привели в рух. В якому випадку сила тертя найбільша?

3. Тіло, маса якого 150 г, рухаючись горизонтально під дією сили тертя, пройшло до зупинки відстань 120 см за 2 с. Визначте силу тертя.

Творче завдання

Запишіть план проведення експерименту зі з'ясування залежності коефіцієнта тертя ковзання від роду дотичних поверхонь. Проведіть експеримент, запишіть його результати, зробіть висновок.



Додаток 7. Лабораторна робота № 4

Тема. Дослідження рівноваги тіла під дією кількох сил.

Мета: з'ясувати, за яких умов тіло із закріпленою віссю обертання перебуває в рівновазі.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (важіль; набір цеглин масою по 5 кг; учнівська лінійка).

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Перед виконанням роботи згадайте відповіді на такі запитання.

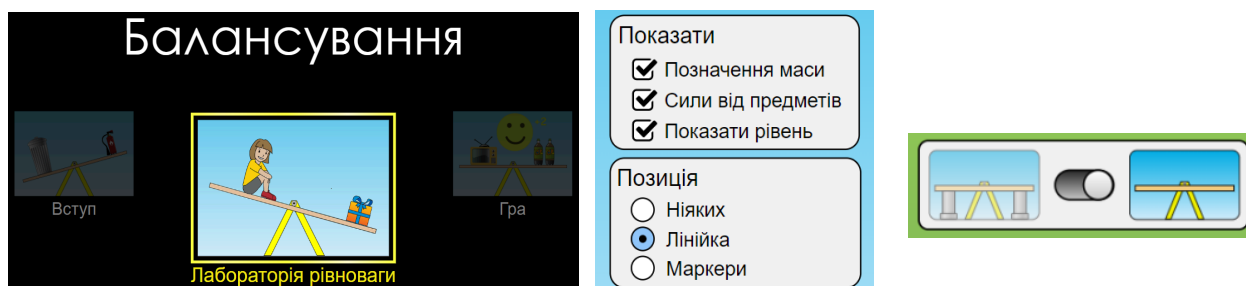
1) Що називають плечем сили?

2) Як визначити момент сили? Яка його одиниця в СІ?

3) За яких умов тіло перебуває в рівновазі?

2. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку *Лабораторія рівноваги* та налаштуйте параметри як показано на рисунку:

https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_uk.html



3. Переведіть важіль у стан «рухомий» без опор, пересуваючи повзунок під ним вправо.

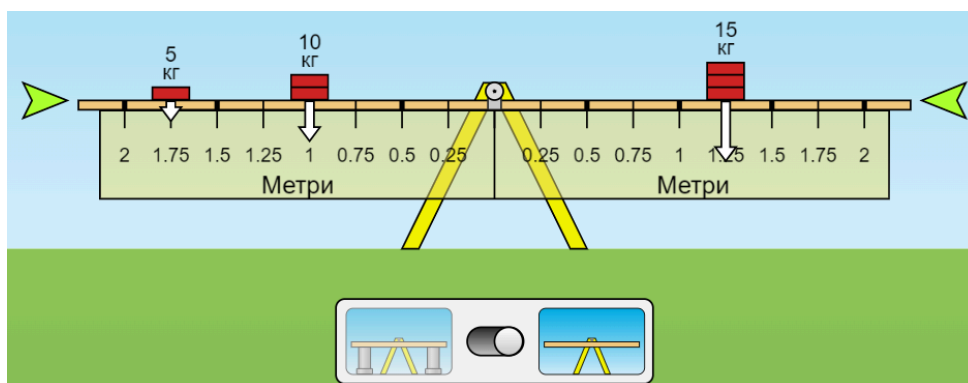
Експеримент

Результати всіх вимірювань відразу заносьте до таблиці

1. Покладіть ліворуч від осі обертання важеля *одну цеглину* та на певній відстані *дві цеглини*, а праворуч – *три цеглини*. Пересуваючи цеглини, зрівноважте важіль.

2. Виміряйте за допомогою лінійки плечі d_1, d_2, d_3 відповідних сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$.

3. Вважаючи, що вага однієї цеглини дорівнює 50 Н запишіть значення сил $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$



4. Повторіть дослід, поклавши:

- ліворуч від осі обертання важеля *одну* та *три цеглини*, а праворуч – *чотири цеглини*;
- ліворуч від осі обертання важеля *дві цеглини*, а праворуч – *одну* та *чотири цеглини*;
- ліворуч від осі обертання важеля *три цеглини*, а праворуч – *дві* та *чотири цеглини*;

Кожного разу зрівноважуючи важіль. Результати дослідів заносьте до таблиці.

	$F_1, \text{ Н}$	$d_1, \text{ м}$	$M_1, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$F_2, \text{ Н}$	$d_2, \text{ м}$	$M_2, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$F_3, \text{ Н}$	$d_3, \text{ м}$	$M_3, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$M_1 + M_2 + M_3, \text{ Н}\cdot\text{м}$

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Опрацювання результатів експерименту

Закінчіть заповнення таблиці, обчисливши для кожного досліджу:

1) обчисліть моменти сил, що діють на важіль

Якщо сила $\vec{F}$ обертає тіло *проти* ходу годинникової стрілки – момент такої сили прийнято вважати *додатним*. Якщо сила обертає $\vec{F}$ (або намагається обертати) тіло *за* ходом годинникової стрілки, то момент такої сили вважають *від'ємним*.

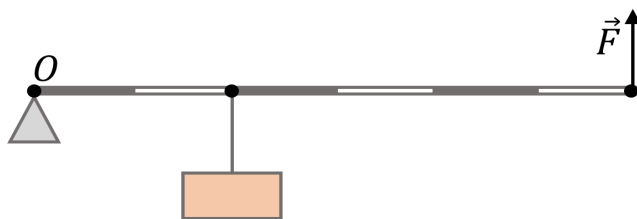
2) знайдіть суму моментів сил, що діють на важіль.

Аналіз експерименту та його результатів

Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте: 1) яку величину ви вимірювали; 2) за яких умов тіло із закріпленою віссю обертання перебуває в рівновазі; 3) вимірювання якої величини, на ваш погляд, дає найбільшу похибку.

Контрольні запитання

1. Для підймання вантажу застосовують легкий важіль. Визначте, який виграш у силі при цьому отримують.



2. Вантаж несуть на палиці, перекинутій через плече. Коли палиця сильніше давить на плече: коли вантаж ближче чи далі від плеча? Як положення вантажу впливає на ту силу, якою рука втримує палку у рівновазі?

3. Дошку, маса якої дорівнює 10 кг, підперли на відстані, що становить $\frac{1}{3}$ її довжини. Яку силу, напрямлену перпендикулярно до дошки, слід прикласти до її короткого кінця, щоб утримати дошку в рівновазі?

Творче завдання

1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку *Гра* та оберіть *Показати рівень 1*:

https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_uk.html

Додаток 8. Лабораторна робота № 6.

Тема. Дослідження ізотермічного, ізобарного та ізохорного процесів.

Мета: експериментально перевірити закони Бойля – Маріотта, Гей-Люссака, Шарля для кількох термодинамічних станів газу.

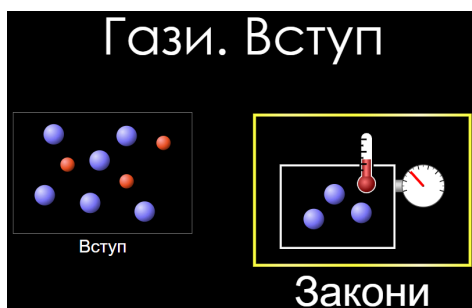
Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (резервуар змінного об'єму з газом, насос, барометр, термометр, нагрівник).

Хід роботи

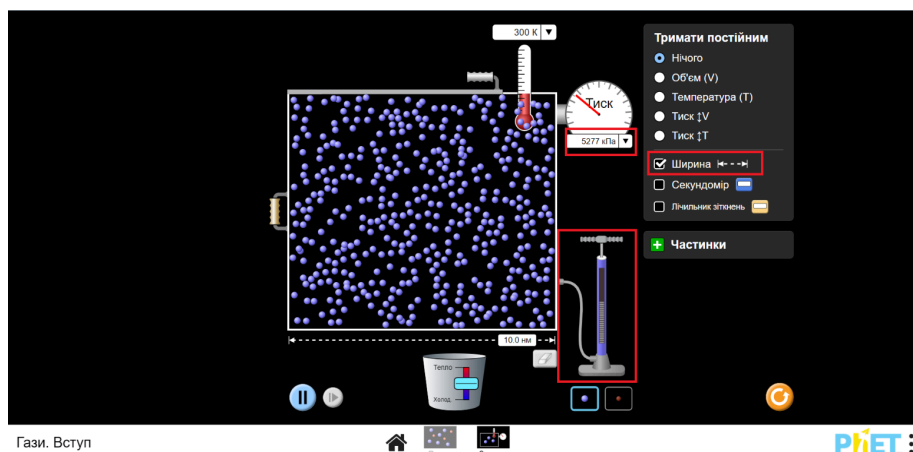
Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку *Закони*:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_uk.html

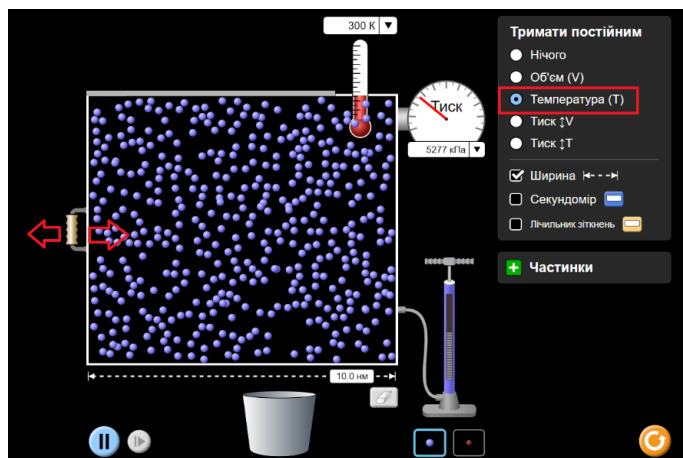


2. Накачайте за допомогою насоса *довільну кількість газу в резервуар*. Налаштуйте *параметри як показано на рисунку*.



Експеримент 1. Дослідження ізотермічного процесу (експериментальна перевірка закону Бойля – Маріотта для кількох термодинамічних станів газу)

Зверніть увагу: Ізотермічний процес, $T = \text{const}$; Закон Бойля – Маріотта: $p_1 V_1 = p_2 V_2$. Ураховуючи, що $V = Sl$, отримаємо: $p_1 \cdot Sl_1 = p_2 \cdot Sl_2$. А оскільки площа поперечного перерізу резервуару не змінюється, маємо $p_1 l_1 = p_2 l_2$. Тому для перевірки закону Бойля – Маріотта достатньо встановити справедливість рівності $pl = \text{const}$, де p – тиск, l – ширина стовпчика газу в резервуарі.



1. Для дослідження ізотермічного процесу налаштуйте *параметри, як показано на рисунку*.
2. За допомогою ручки зліва зменшуйте та збільшуйте об'єм резервуару з газом.
3. Запишіть у таблицю *ширину стовпчика газу l* та *тиск газу p* для трьох положень ручки резервуару.

	Ширина стовпчика газу l , мм	Тиск газу p , кПа	Результат експерименту pl , кПа·мм
--	--------------------------------	---------------------	--------------------------------------

--	--	--	--

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть добуток тиску газу й висоти стовпчика газу pl . Закінчіть заповнення таблиці.

5. Проаналізуйте експеримент і його результати. *Сформулюйте висновок*, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

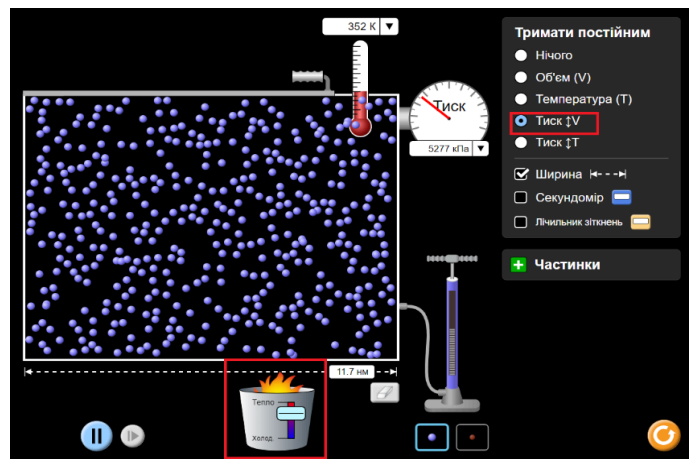
Експеримент 2. Дослідження ізобарного процесу (експериментальна перевірка закону Гей-Люссака для кількох термодинамічних станів газу)

Зверніть увагу: Ізобарний процес, $p = \text{const}$; Закон Гей-Люссака: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$. Ураховуючи, що $V = Sl$, отримаємо: $\frac{Sl_1}{T_1} = \frac{Sl_2}{T_2}$. А оскільки площа поперечного перерізу резервуару не змінюється, маємо $\frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2}$. Тому для перевірки закону Гей-Люссака достатньо встановити справедливість рівності $\frac{l}{T} = \text{const}$, де T – температура, l – ширина стовпчика газу в резервуарі.

1. Для дослідження ізобарного процесу налаштуйте *параметри*, як показано на рисунку.

2. За допомогою нагрівника нагрівайте та охолоджуйте резервуар з газом.

3. Запишіть у таблицю ширину стовпчика газу l та температуру T газу для трьох станів газу.



	Ширина стовпчика газу l , нм	Температура газу T , К	Результат експерименту $\frac{l}{T}$, $\frac{\text{нм}}{\text{К}}$

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть частку висоти стовпчика газу й температури $\frac{l}{T}$. Закінчіть заповнення таблиці.

5. Проаналізуйте експеримент і його результати. *Сформулюйте висновок*, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

Експеримент 3. Дослідження ізохорного процесу (експериментальна перевірка закону Шарля для кількох термодинамічних станів газу) Зверніть увагу: Ізохорний процес, $V = \text{const}$; Закон Шарля: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Для перевірки закону Шарля достатньо встановити справедливість рівності $\frac{p}{T} = \text{const}$, де p – тиск, T – температура газу в резервуарі.

1. Для дослідження ізохорного процесу налаштуйте *параметри*, як показано на рисунку.

2. За допомогою нагрівника *нагрівайте* та *охолоджуйте* резервуар з газом.

3. Запишіть у таблицю *тиск газу p та температуру T газу для трьох станів газу*.

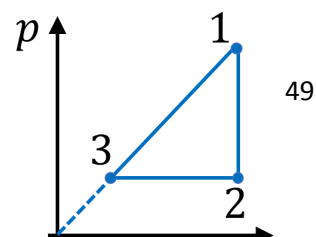
	Тиск газу p , кПа	Температура газу T , К	Результат експерименту $\frac{p}{T}$, $\frac{\text{кПа}}{\text{К}}$

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть частку тиску газу й температури $\frac{p}{T}$. Закінчіть заповнення таблиці.

5. Проаналізуйте експеримент і його результати.

Сформулюйте висновок, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

Контрольні запитання



1. З деякою масою газу відбувся замкнений цикл. Опишіть послідовність процесів.
2. При ізотермічному стисканні газу його об'єм зменшився з 8 л до 6 л, а тиск підвищився на 30 кПа. Визначте початковий тиск газу.
3. Під час ізохорного процесу тиск газу збільшився удвічі. Як змінилася концентрація молекул газу?