

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ЧЕКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
КОМУНАЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЧЕРКАСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

**МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ДО НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ «МЕХАНІКА:
ЗРОЗУМІЙ ФІЗИКУ ВІДЧУТТЯМИ»
вибіркового освітнього компонента (курсу за вибором)
для профільної середньої освіти**

Посібник для вчителя

Черкаси – 2025

УДК 531/534(075,3)

М 55

*Рекомендовано до друку вченою радою КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради»
(протокол № 2 від 29 травня 2025 року)*

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ: Северинова А.М., методист лабораторії природничо-математичних дисциплін комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради» (голова авторського колективу); **Аністратенко О.І.**, учитель фізики Опорного закладу освіти «Чорнобаївський ліцей Чорнобаївської селищної ради Черкаської області»; **Анциферова О.Г.**, учитель фізики Уманської гімназії № 11 Уманської міської ради Черкаської області; **Гавриш О.М.**, учитель фізики Дмитрівського навчально-виховного комплексу «загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів-дошкільний навчальний заклад» Новодмитрівської сільської ради Золотоніського району Черкаської області; **Підвезена Г.М.**, учитель фізики Сигнаївського ліцею Шполянської міської ради об'єднаної територіальної громади Черкаської області; **Прип'яло А.М.**, учитель фізики Лозуватського ліцею Шполянської міської ради об'єднаної територіальної громади Черкаської області; **Токова В.В.**, учитель фізики Черкаської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №7 Черкаської міської ради Черкаської області; **Якуша Л.Г.**, учитель фізики Костянтинівської спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів Балаклеївської сільської ради Черкаської області

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Ткаченко А.В., директор навчально-наукового інституту інформаційних та освітніх технологій Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, доцент кафедри фізики, кандидат педагогічних наук, доцент;

Совгира С.М., учитель фізики Черкаської спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №33 ім. В. Симоненка Черкаської міської ради Черкаської області

М 55 Методичний інструментарій до навчальної програми «Механіка: Зрозумій фізику відчуттями» вибіркового освітнього компонента (курсу за вибором) для профільної середньої освіти /автор. кол. А.М. Северинова та інші. Черкаси: ЧОПОПП ЧОР, 140 с.

«Механіка: Зрозумій фізику відчуттями» — навчально-методичний посібник, що пропонує позапрофільний курс за вибором для учнів загальноосвітніх закладів. Його головна мета – не лише поглибити знання учнів з механіки, а й сформувати в них вміння застосовувати фізичні закони та принципи у повсякденному житті, розвиваючи критичне мислення та дослідницькі навички через експериментальну діяльність та інтерактивні методи навчання.

Посібник містить навчальну програму й методичний інструментарій для її реалізації. Матеріал системно поданий з розділу "Механіка", доповнений практичними завданнями, описом експериментів та прикладами розв'язання задач. Особлива увага приділяється практичному застосуванню фізичних знань та розвитку "відчуття" фізичних явищ, STEM-дослідженням.

Для вчителів фізики, які викладатимуть фізику у старшій профільній школі непрофільних класах. Також посібник може використовуватися як додатковий матеріал до основного курсу фізики або як основа для факультативних занять та гуртків.

© КНЗ «ЧОПОПП Черкаської обласної ради», 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
РОЗДІЛ 1. МЕХАНІКА: ЗРОЗУМІЙ ФІЗИКУ ВІДЧУТТЯМИ	5
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ	15
МОДУЛЬ 1. МЕХАНІКА ЯК НАУКА ПРО РУХ	15
МОДУЛЬ 2. РУХ ТІЛ: ЯК МИ ЦЕ БАЧИМО І ВІДЧУВАЄМО	19
МОДУЛЬ 3. ПРИСКОРЕННЯ І ПАДІННЯ: ВІДЧУТТЯ В ТІЛІ	24
МОДУЛЬ 4. ЗАКОНИ НЬЮТОНА У РУСІ ЖИТТЯ.....	38
МОДУЛЬ 5. РІВНОВАГА І ВАЖЕЛІ: ФІЗИКА БАЛАНСУ	42
МОДУЛЬ 6. РОБОТА, ЕНЕРГІЯ, ПОТУЖНІСТЬ	64
МОДУЛЬ 7. ІМПУЛЬС І ЗІТКНЕННЯ.....	74
МОДУЛЬ 8. ПІДСУМКОВА STEM-ЛАБОРАТОРІЯ: ДОСЛІДЖУЙ РУХ.....	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	139

ПЕРЕДМОВА

Навчально-методичний посібник «Механіка: Зрозумій фізику відчуттями» пропонує позапрофільний курс за вибором для учнів загальноосвітніх закладів. Його мета — не просто передати знання, а й навчити розуміти фізичні явища через власний досвід та відчуття.

У сучасному світі, де інформація доступна повсюдно, особливого значення набуває здатність критично мислити, аналізувати та застосовувати знання на практиці. Курс "Механіка: Зрозумій фізику відчуттями" покликаний саме до цього – розвивати критичне мислення, зацікавлювати фізикою та показувати її практичну цінність у повсякденному житті.

Посібник містить програму курсу за вибором розраховану на 35 годин, а також методичний інструментарій для реалізації даної програми.

Матеріал посібника має системний виклад матеріалу з механіки, доповнений практичними завданнями, експериментами та прикладами, які дозволяють учням не лише запам'ятовувати формули, а й відчувати, як працюють закони фізики. Автори наголошують на важливості використання інтерактивних методів навчання, що сприяють активній участі учнів у навчальному процесі.

Видання створене для вчителів фізики, які прагнуть урізноманітнити свої уроки та зробити їх більш захоплюючими, а також – учнів, що бажають поглибити свої знання з фізики та зрозуміти її «відчуттями». Також посібник може бути використаний як додатковий матеріал до основного курсу фізики або як основа для проведення факультативних занять та гуртків.

Сподіваємося, що даний посібник стане корисним інструментом для вивчення та викладання фізики, допоможе учням розкрити її таємниці та відчути красу світу, що нас оточує.

РОЗДІЛ 1. МЕХАНІКА: ЗРОЗУМІЙ ФІЗИКУ ВІДЧУТТЯМИ

Навчальна програма вибіркового освітнього компонента для учнів 10 класу (позапрофільний курс – для інших профілів)

ВСТУПНА ЧАСТИНА

В умовах трансформації сучасної освіти та впровадження компетентнісного підходу особливої актуальності набуває створення курсів, що інтегрують природничі науки з іншими галузями знань і спрямовані на формування універсальних навичок XXI століття. Курс за вибором «Механіка: зрозумій фізику відчуттями» є відповіддю на виклики часу, зумовлені потребою розвитку в учнів не лише предметних знань із фізики, а й критичного мислення, дослідницької активності, креативності та здатності застосовувати знання в реальних життєвих ситуаціях.

Механіка – базовий розділ фізики – є фундаментальною частиною природничої грамотності. Однак традиційне викладання цієї теми нерідко сприймається учнями як абстрактне, складне та відірване від повсякденного життя. Запропонований курс орієнтований на зміну такого сприйняття шляхом використання інтуїтивно-дослідницького підходу, який передбачає вивчення фізичних явищ через практику, власний досвід, моделювання, спостереження й експеримент.

Актуальність курсу для учнів/учениць також полягає у тому, що курс опирається на образне, асоціативне, наративне сприйняття інформації та передбачає інтеграцію з мистецтвом, історією, культурологією, літературою тощо. Через поєднання науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики курс дозволяє створити навчальне середовище, у якому учень/учениця не лише засвоює теоретичний матеріал, а й набуває досвіду застосування знань через проєкту, творчу та експериментальну діяльність. Розгляд механічних процесів у повсякденному контексті (рух тіла, падіння, гальмування, зіткнення тощо) сприяє формуванню природничої картини світу та розумінню практичного значення фізичних законів. Курс сприяє розвитку комунікативної, цифрової, інженерної, екологічної та громадянської компетентностей, а також підтримує навички командної взаємодії, самоорганізації, відповідального прийняття рішень.

Таким чином, курс за вибором «Механіка: зрозумій фізику відчуттями» є актуальним елементом освітньої програми для учнів/учениць, оскільки забезпечує не лише доступне вивчення фізики, а й формування цілісного, компетентнісного, рефлексивного ставлення до природничих явищ і процесів. Фізика у цьому курсі – це не формули, а спосіб пізнання й осмислення світу.

Метою даного курсу є *ознайомлення учнів/учениць з основними поняттями механіки (рух, прискорення, сила, енергія, потужність тощо); розвиток інтересу до природничих наук через практику, відчуття, досвід; формування природничих, математичних, інженерних, інформаційно-цифрових компетентностей; навчання критичного мислення, вміння застосовувати знання до реальних ситуацій; підтримування усвідомлення цінності науки у повсякденному житті.*

Програма ґрунтується на **принципах компетентнісного підходу** – навчання через діяльність і життєві завдання; використання технологій інтегрованого навчання (зв'язок з біологією, мистецтвом, математикою, географією, технологіями), інтуїтивності (спершу досвід, потім формула); впровадження STEM-орієнтації, а саме сучасних технологій, симуляцій, AR/VR, сенсорних приладів; реалізації дослідницького навчання – вміння практикувати, експериментувати, аналізувати.

Структура курсу. Програма курсу розрахована на 35 годин (1 година на тиждень) і містить 8 модулів:

- Модуль 1. Механіка як наука про рух (2 год).
- Модуль 2. Рух тіл: як ми це бачимо і відчуваємо (4 год).
- Модуль 3. Прискорення і падіння: відчуття в тілі (5 год).
- Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя (7 год).
- Модуль 5. Рівновага і важелі: фізика балансу (4 год).
- Модуль 6. Робота, енергія, потужність (5 год).
- Модуль 7. Модуль 7. Імпульс і зіткнення (4 год).
- Модуль 8. Підсумкова STEM-лабораторія: досліджуй рух (4 год).

Особливості організації освітнього процесу. Викладання курсу за вибором відбувається за допомогою *проектного навчання* – учні створюють фізичні моделі, відеоаналізи, AR-сцени; *практико орієнтованого завдання* – досліди з підручними матеріалами, аналіз реального життя; *цифрових ресурсів* – симуляції (PhET), сенсори (Phurphox), відеоаналіз, цифрові лабораторії; *дотримання принципу інклюзивності* – врахування різних стилів навчання; *використання технології гейміфікації* – елементи квестів, фізичних битв, енерго-челенджів.

Програма реалізується за допомогою таких *форм роботи*, як уроки з практичним, лабораторним та проектним компонентом; STEM-досліди у класі й поза ним; онлайн-дослідження й симуляції; інтеграція з уроками інформатики, географії, мистецтва (STEAM).

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Загальний обсяг 35 годин (1 година на тиждень)

<i>Очікувальні результати навчання</i>	<i>Пропонований зміст навчального курсу</i>	<i>Види навчальної діяльності</i>
Модуль 1. Вступ: Механіка як наука про рух (2 години)		
<p><i>Знаннєвий компонент</i> Учень/учениця розуміє, що таке механіка як розділ фізики [12 ПРО 3.1.1-1].</p> <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця визначає приклади механіки з повсякденного життя (наприклад, рух транспорту, падіння предметів, ходьба людини) [12 ПРО 3.1.1-2].</p> <p><i>Ціннісний компонент</i> Учень/учениця: - усвідомлює значення фізики як способу пізнання природи через явища руху [12 ПРО 3.4.1]. - формує цікавість до спостереження і дослідження світу [12 ПРО 3.4.2]. - дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2]</p>	<p>Що таке механіка? Як ми її відчуваємо в житті? Рух і спокій: фізика і сприйняття. Механіка у повсякденному житті.</p>	<p>Робота в групах. Кейс-стаді. Дискусії, дебати "Рух і спокій: абсолютні чи відносні поняття?": Картки-асоціації: "Фізика в моєму житті". Створення ментальної карти "Механіка". Дослідження рухів людини: ходьба, стрибки, біг. STEM-дослід "Рух у класі" – перше спостереження STEM-активності: "Намалюй рух" – графічна інтерпретація</p>

Модуль 2. Рух тіл: як ми це бачимо і відчуваємо (4 години)		
<p><i>Знаннєвий компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оперує поняттями і термінами: механічний рух; матеріальна точка; тіло відліку, траєкторія, переміщення, пройдений шлях, швидкість [12 ПРО 3.1.1-1]. - пояснює: формули для визначення фізичних величин, математичні вирази законів механіки [12 ПРО 3.1.1-2]. - установлює причиново-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їх наслідками [12 ПРО 3.3.1-1] <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - спостерігає і описує механічний рух [12 ПРО 1.4.1-1]. - експериментально досліджує властивості різних видів руху [12 ПРО 1.4.2]. - використовує набуті знання у навчальній і практичній діяльності [12 ПРО 4.3.2-1]. <p>Оцінювання і ставлення Учень/учениця:</p> <p>виявляє ставлення та оцінює на якісному рівні результати використання знань з механіки в реальних життєвих ситуаціях [12 ПРО 1.6.3-1].</p> <p>дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2]</p>	<p>Шлях, матеріальна точка; тіло відліку, траєкторія, переміщення, швидкість, час. Прямолінійний і рівномірний рух і нерівномірний. Графічне зображення руху.</p>	<p>Експеримент: вимірювання швидкості власного руху. Використання смартфона для запису руху і його подальшого аналізу. Побудова графіків "шлях – час", "швидкість – час" на основі відео. Аналіз даних експериментів у таблицях (Excel, Google Sheets, Canva,). Цифрове моделювання руху. Робота з онлайн-симуляторами (PhET, Algodoo). Визначення відстані, часу, швидкості в симульованому середовищі. STEM-проект "Механіка на колесах" Побудова міні-автомобіля (з LEGO, підручних матеріалів або набору Arduino) для вимірювання шляху і часу. Творче завдання: "Опиши свій день як графік руху".</p>
Модуль 3. Прискорення і падіння: відчуття в тілі (5 годин)		
<p><i>Знаннєвий компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пояснює поняття прискорення як зміни швидкості руху [12 ПРО 3.1.1-1]. - розуміє, що таке вільне падіння і що всі тіла падають з однаковим прискоренням (без опору повітря) [12 ПРО 3.3.1-1]. - усвідомлює зв'язок між шляхом, часом і прискоренням [12 ПРО 3.3.1-1]. <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вимірює час падіння тіл і аналізує 	<p>Прискорення. Вільне падіння. Зв'язок між шляхом, часом і прискоренням. Гальмування і старт – що ми відчуваємо? Безпека руху.</p>	<p>Порівняння часу падіння легких і важких предметів. Розв'язування задач на знаходження прискорення, переміщення, швидкості під час рівноприскореного руху. Спостереження за синхронністю падіння з однакової висоти. Порівняння реальних даних із теоретичними значеннями Створення колажу: "Як виглядає прискорення?"</p>

<p>результати [12 ПРО 1.4.2].</p> <ul style="list-style-type: none"> - порівнює різні види руху (рівномірний, рівноприскорений) [12 ПРО 3.2.1-2]. - будує таблиці, графіки залежностей “шлях – час”, “швидкість – час” [12 ПРО 1.5.1-1]. - виконує досліди з власноруч виготовленими матеріалами [12 ПРО 1.4.2-1]. - установлює причиново-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їх наслідками [12 ПРО 3.3.1-1] <p><i>Ціннісний компонент</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Учень/учениця: - розуміє значення фізичних знань у щоденному житті (рух у транспорті, спорт, безпека) [12 ПРО 3.3.1-3]. - розвиває відповідальність за власну безпеку у ситуаціях, пов'язаних із прискоренням і падінням [12 ПРО 1.6.3]. - дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2] 		<p>Створення коміксу про пригоду предмета, що падає.</p> <p>Використання термінів «прискорення», «вільне падіння» в художніх творах.</p> <p>Вправа “Падіння в поезії” – знайти опис вільного падіння або прискорення в літературі.</p> <p>Міні-проект на тему «Вимірювання швидкості руху велосипедиста» з використанням програм GPS Speedometer & Odometer.</p> <p>Цифрова лабораторія:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналіз відео падіння тіл за допомогою смартфона – <i>slow motion</i> (відео на 60 кадрів/с). 2. Визначення прискорення за зміною положення кадр за кадром. 3. Побудова графіку руху <p>Інженерна задача: Створити систему, яка уповільнює падіння (модель парашута).</p> <p>Експеримент "Прискорення в транспорті" (рефлексія відчуттів під час різкого старту, гальмування (наприклад, у ліфті або автобусі)).</p>
Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя (7 годин)		
<p><i>Знаннєвий компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - називає три закони Ньютона, формулює їх суть простою мовою [12 ПРО 3.1.1-1]. - пояснює приклади з життя, де проявляється інерція, прискорення, дія-протидія [12 ПРО 3.1.1-1]. - розуміє взаємозв'язок між силою, масою і прискоренням [12 ПРО 3.1.1-1]. <p><i>Діяльнісний компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконує експерименти для демонстрації кожного із законів [12 ПРО 1.4.2]. - будує графіки залежності сили, маси, прискорення [12 ПРО 1.5.1-1]. - аналізує практичні ситуації з позиції 	<p>Перший закон Ньютона (закон інерції). Що таке інерція? Чому тіло рухається або зупиняється? Інерція в транспорті, спорті, побуті.</p> <p>Другий закон Ньютона (сила та прискорення). Зв'язок між</p>	<p>Робота в групах. Комікс "Закони Ньютона у шкільному житті".</p> <p>Розв'язання задач на силу і масу в повсякденних ситуаціях.</p> <p>Симулятор “Forces and Motion: Basics” (PhET)</p> <p>Відеоаналіз “Гальмування і прискорення”</p> <p>Створення мемів на тему "Дія і протидія".</p> <p>Побудова таблиць, графіків, робота з даними</p> <p>"Графік з акселерометра" – запис даних прискорення зі смартфона під час руху (Додаток Accelerometer в Google Play: гойдалка, ліфт,</p>

<p>фізичних законів [12 ПРО 1.5.1].</p> <ul style="list-style-type: none"> - використовує цифрові засоби для фіксації та аналізу руху (відео, акселерометри, таблиці) [12 ПРО 1.5.3-2]. - устанавлює причиново-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їх наслідками [12 ПРО 3.3.1-1] <p><i>Ціннісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розуміє важливість фізичних знань для безпеки (наприклад, у транспорті, спорті) [12 ПРО 3.3.1-3]. - формує позитивне ставлення до наукового методу пізнання [12 ПРО 1.6.3]. - дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2] 	<p>силою, масою і прискоренням. Приклади з життя: рух гойдалки, штовхання предмета. Третій закон Ньютона (дія і протидія). Сила взаємодії тіл: поштовх, удар, віддача. Дія-протидія у повсякденності</p>	<p>авто). Інтерактивні казки про рух. Щоденник Сили Тяжіння. Стендап «Поради про безпечне падіння: Жартома та всерйоз». Розв'язування практичних та експериментальних задач. Створення карти знань «Три закони Ньютона» Командні STEM-задачі: Кейс 1: Чому пасажир "нахиляється" при старті/гальмуванні? Кейс 2: Розрахуй, яка сила потрібна, щоб зрушити візок з місця. Кейс 3: Змоделюй реактивний рух. Кейс-гейміфікація "Вживання у транспорті" Інструмент: <i>Google Slides / Genially / LearningApps</i> Завдання: Отримай ситуацію: різкий гальмівний шлях, удар, падіння. Розбери кейс за допомогою трьох законів Ньютона. Вибери безпечні дії (присебнути ремінь / розподіл маси / зменшення сили удару). STEM-досліди: «Повітряна ракета», «Інерція і магія»</p>
<p>Модуль 5. Рівновага і важелі: фізика балансу (4 години)</p>		
<p><i>Знаннєвий компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пояснює, що таке рівновага тіла та які умови її забезпечують [12 ПРО 3.3.1-1]. - розуміє, що таке момент сили, плече сили [12 ПРО 3.3.1-1]. - називає типи важелів, наводить приклади з життя (ножиці, гойдалки, качалки) [12 ПРО 3.2.1-1]. <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконує експерименти з моделями важелів, визначає рівновагу [12 ПРО 1.4.2]. - визначає центр мас об'єктів [12 ПРО 	<p>Поняття рівноваги тіла. Види рівноваги (стійка, нестійка, байдужа). Поняття моменту сили. Умови рівноваги важеля. Центр мас і його вплив на стійкість.</p>	<p>Творче завдання: намалюй або змоделюй "Місто в рівновазі". Комікс або постер: "Фізика балансу у житті". Ситуаційні задачі «Важелі в моєму тілі» Задача-симуляція "Зрівноваж вантаж": Завдання-спостереження "Баланс у дизайні" Завдання: Знайди приклади балансуєчих конструкцій у побуті (меблі, світильники, скульптури). Зроби фото або малюнок.</p>

<p>3.1.1-2].</p> <ul style="list-style-type: none"> - розв'язує задачі на умову рівноваги [12 ПРО 1.5.1]. - використовує інструменти для вимірювання (лінійка, ваги, планшет з акселерометром) [12 ПРО 1.4.2-1]. - устанавлює причиново-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їх наслідками [12 ПРО 3.3.1-1] <p><i>Ціннісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - усвідомлює значення рівноваги та механічних принципів у повсякденному житті та техніці [12 ПРО 3.4.1-2]. - розуміє роль балансу у здоров'ї, архітектурі, дизайні [12 ПРО 3.4.2]. - виявляє інтерес до конструювання і моделювання [12 ПРО 1.4.1-1]. - дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2] 	<p>Приклади важелів у побуті, техніці, природі</p>	<p><i>Поясни, чому об'єкт не падає. Презентуй приклад класу з поясненням, як фізика рівноваги працює в цьому об'єкті.</i></p> <p>Завдання з доповненою реальністю (AR): <i>Інструмент: Merge Cube або безкоштовні AR-додатки типу AR Physics</i></p> <p>"Смартфон як детектор рівноваги"</p> <p>Інструмент: додаток <i>Physics Toolbox Sensor Suite, Phyphox</i> або будь-який акселерометр.</p> <p>Створення моделей (симетрія в конструкціях оригамі)</p> <p>STEM урок «Магія рівноваги: від іграшки до інженерії».</p> <p>Проект: «Гравітаційний лабіринт: від віртуального до реального»</p> <p>Експеримент «Побудуй важіль»</p> <p>STEM-дослід «Центр мас у різних формах» - знайти центр мас тіл різної форми.</p> <p>STEM-дослід «Скульптура рівноваги»</p> <p>Проектне STEM-завдання: «Архітектура балансу»</p>
<p>Модуль 6. Робота, енергія, потужність (5 годин)</p>		
<p><i>Знаннєвий компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розуміє, що таке механічна робота, енергія та потужність [12 ПРО 3.1.1-1]. - відрізняє кінетичну та потенціальну енергію [12 ПРО 3.2.1-1]. - знає основні формули для визначення енергії, роботи, потужності [12 ПРО 3.1.1-2]. <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вимірює роботу під час фізичних дій [12 ПРО 1.5.1]. - обчислює енергію тіла, роботу, потужність [12 ПРО 1.5.1]. - виконує STEM-досліди для підтвердження законів збереження енергії [12 ПРО 1.4.2]. 	<p>Механічна робота. Одиниці роботи. Потужність. Одиниці потужності Потенціальна і кінетична енергія. Закон збереження механічної енергії. Перетворення механічної енергії: приклади з</p>	<p>Canva/Google Slides: <i>"Перетворення енергії на гірці"</i> Онлайн-симуляція <i>"Energy Skate Park"</i> (PhET) Квіз у Kahoot на швидкість розв'язування задач на роботу/енергію Вправи у LearningApps «Що з'їли – те й підняли!» – Створи інфографіку «Їжа = робота» <i>Практична робота</i> «Встановлення добового запасу енергії» STEM-досліди: 1) «Канцелярська резинка як джерело енергії» Мета: Дослідити збереження і</p>

<p>- пропонує варіанти розв'язання навчальної/життєвої проблеми [12 ПРО 4.3.1-1]</p> <p>- розв'язує самостійно/у групі навчальні/життєві проблеми, використовуючи здобуті знання і набутий досвід відповідно до завдання [12 ПРО 4.3.2-1]</p> <p><i>Ціннісний компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <p>- усвідомлює роль енергії в економіці, побуті, екології [12 ПРО 3.4.1-2].</p> <p>- демонструє відповідальність у використанні енергії [12 ПРО 3.4.2-1].</p> <p>- формує екологічне мислення через усвідомлення обмеженості енергоресурсів [12 ПРО 3.3.1-3].</p> <p>- дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.2-2].</p> <p>- формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження [12 ПРО 1.5.2-1].</p> <p>- устанавлює причиново-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їх наслідками [12 ПРО 3.3.1-1]</p>	<p>життя.</p>	<p><i>перетворення енергії у пружно-деформованому тілі.</i></p> <p>Матеріали: <i>Канцелярська резинка, лінійка, пластиковий стаканчик.</i></p> <p>2) «Механічна робота у спорті» Мета: <i>Визначити роботу м'язів при присіданні.</i></p> <p>Матеріали: <i>Секундомір, висота переміщення тіла (приблизно 0,4 м).</i></p> <p>3) «Пластикова турбіна» – перетворення енергії потоку у механічну</p> <p>4) «Танець енергії» (за допомогою симулятора або відео)</p> <p>Проект: Вивчення природних умов та визначення регіонів України, найпридатніших для будівництва ГЕС та ВЕС.</p> <p>Міні – твори, казки</p>
<p>Модуль 7. Імпульс і зіткнення (4 години)</p>		
<p><i>Знанневий компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <p>- розуміє суть імпульсу тіла [12 ПРО 3.1.1-1].</p> <p>- розрізняє пружні та непружні зіткнення [12 ПРО 3.2.1-1].</p> <p>- знає умови збереження імпульсу у замкненій системі [12 ПРО 3.1.1-2].</p> <p>- може пояснити, як сила і час впливають на зміну імпульсу [12 ПРО 3.3.1-1].</p> <p><i>Діяльнісний компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <p>- виконує експерименти, у яких вивчає передання імпульсу між тілами [12 ПРО 1.4.2].</p> <p>- застосовує формули для розрахунку імпульсу до і після зіткнення [12 ПРО 1.5.1].</p> <p>- аналізує ситуації зіткнень (у спорті,</p>	<p>Поняття імпульсу тіла</p> <p>Закон збереження імпульсу</p> <p>Пружне і непружне зіткнення.</p> <p>Взаємодія тіл у замкнених і незамкнених системах.</p>	<p>Відеоаналіз реальних ситуацій (спорт, аварії).</p> <p>Відео/ролик: “Я - імпульс: розкажи про себе як персонажа фізики”.</p> <p>Створення макета зіткнення (на прикладі рухомих іграшок або кульок).</p> <p>Творча вправа “Зіткнення як мистецтво”</p> <p>Завдання:</p> <p>– Намалюй або створи колаж, що передає момент зіткнення (спорт, авто, планети).</p> <p>– Поясни, які фізичні процеси у ньому відбуваються.</p> <p>– Напиши "монолог імпульсу" – як він “переживає” удар.</p> <p>Проект: "Традиції під мікроскопом: великодня битва</p>

<p>транспорті, побуті), визначає чинники, що впливають на результати [12 ПРО 1.5.1].</p> <ul style="list-style-type: none"> - користується цифровими інструментами: симуляторами, відеоаналізом, графіками [12 ПРО 1.5.3]. - моделює фізичні процеси у середовищі [12 ПРО 1.4.2]. <p><i>Ціннісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - усвідомлює важливість фізичних знань для безпеки у транспорті, спорті, техніці [12 ПРО 3.4.1-2]. - розвиває повагу до наукових методів дослідження – спостереження, аналізу, висновків [12 ПРО 1.6.3]. - формує екологічне й інженерне мислення, розуміючи принципи захисту при зіткненнях [12 ПРО 3.3.1-3]. - виявляє зацікавленість у дослідницьких і творчих STEM-проектах [12 ПРО 3.4.2.-1]. - формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження [12 ПРО 1.5.2-1] 		<p>яєць — дослідження, символіка, наука".</p> <p>Практична робота «Вивчення реактивного руху» STEM-досліди</p> <p>Мета: показати вплив амортизації при зіткненні. Матеріали: яйце, коробка, різні наповнювачі (вата, пінопласт, тканина), похила площина.</p> <p>Хід:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Скинути яйце на різні поверхні. – Спостерігати, де “виживе”. – Обговорити: чому амортизація зменшує силу удару? <p>Онлайн-симулятор “Collision Lab” (PhET). Симуляція "Collision Lab" (PhET Colorado)</p> <p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Створити моделі пружного і непружного зіткнення. – Змінювати маси і швидкості тіл. – Записати результати, побудувати графіки “до і після”. – Пояснити закон збереження імпульсу на основі симуляції
Модуль 8. Підсумкова STEM-лабораторія: досліджуй рух (4 год.)		
<p><i>Знанневий компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - узагальнює знання про рух тіл, сили, енергію, імпульс та їх взаємозв’язки [12 ПРО 3.1.1]. - пояснює фізичні явища, що виникають у досліджуваній моделі або ситуації [12 ПРО 2.2.1-1]. - обґрунтовує застосування законів механіки до реальних задач [12 ПРО 3.3.1-2]. <p><i>Діяльнісний компонент</i> Учень/учениця:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулює дослідницьку проблему або запитання, пов’язане з рухом [12 ПРО 1.1.1]. 	<p>Підсумкові практичні роботи, досліди, експериментальні завдання, творчі завдання, проекти, які демонструють підсумки опанування курсу за вибором (реалізація через STEM/</p>	<p>Орієнтовна тематика проєктів: «Як рухається мій день?» Ідея: Створити хронологію одного дня з фізичним поясненням рухів, які відбуваються (прискорення, падіння, інерція, імпульс). Формат: комікс, інфографіка або відео «фізика мого ранку».</p> <p>«Супергірка: максимальне прискорення». Ідея: Створити трасу з максимальним прискоренням для кульки, використовуючи закони Ньютона та енергії. Формат: макет гірки+обчислення</p>

<p>- планує та проводить STEM-дослід із використанням підручних або цифрових інструментів [12 ПРО 1.3.2] та [12 ПРО 1.4.2].</p> <p>- використовує цифрові технології (відеозйомка, графіки, симулятори, презентації) [12 ПРО 1.5.3].</p> <p>- збирає, аналізує та інтерпретує дані дослідження [12 ПРО 1.5.1].</p> <p>- презентує результати проєкту або досліду в обґрунтованій та креативній формі [12 ПРО 1.5.3], [12 ПРО 2.2.2-4].</p> <p><i>Ціннісний компонент</i></p> <p>Учень/учениця:</p> <p>- виявляє зацікавленість до дослідження руху тіл у природі, техніці, повсякденному житті [12 ПРО 3.4.2].</p> <p>- працює в команді, дотримується правил безпеки і культури взаємодії [12 ПРО 4.4.2-1] та [12 ПРО 1.4.2-2]</p> <p>- оцінює практичну значущість своїх знань і досліджень для вирішення реальних завдань (технічних, побутових, соціальних) [12 ПРО 1.6.3].</p> <p>- демонструє відповідальність та ініціативність у виконанні творчого/дослідницького проєкту [12 ПРО 4.5.1-4]</p> <p>- формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження [12 ПРО 1.5.2-1]</p>	<p>STEAM)</p>	<p>швидкості й енергії.</p> <p>«Механіка в побуті: побач і поясни». Ідея: Знайти 5 об'єктів удома або в школі, які рухаються (двері, кран, ручка, шухляда), і пояснити, як вони працюють з точки зору механіки. Формат: відео-екскурсія або постер.</p> <p>«Фізика футболу: удари, зіткнення, польоти». Ідея: Дослідити, як змінюється імпульс м'яча залежно від сили удару або кута. Результат: графіки, відеоаналіз, поради для футболістів.</p> <p>«Розумна модель транспорту». Ідея: Створити модель засобу пересування, який використовує мінімум енергії (на резинці, гравітації або пружині). Завдання: перевірити, яка модель проїде далі / швидше / повільніше... Формат: презентація, відеоролик.</p> <p>«STEM-детектив: хто порушив закони фізики?» Ідея: Вигадати або відтворити ситуацію (зіткнення, падіння, ковзання), у якій щось пішло не так – і пояснити це з точки зору фізики. Формат: міні-розслідування або репортаж «з місця події».</p> <p>«Фізика телепортації: розбір фантастики». Ідея: Взяти сюжет з фільму або гри (наприклад, «Доктор Стрендж», «Портал»), проаналізувати порушення законів руху. Формат: відео «Фізика VS Фантастика» або стендап-презентація.</p> <p>«Фізика в космосі: як рухаються супутники?» Ідея: Побудувати або змодельювати (в Tinkercad або Scratch) рух супутника, враховуючи</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		імпульс, гравітацію, енергію. Формат: презентація «Як не впасти з орбіти». STEM-проект: «Фізика Балансу в TikTok: Створюємо Вірусний Контент!» STEAM-проект: «Балістична катапульта: Точність і Потужність»
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ПРИКІНЦЕВА ЧАСТИНА

Методичні аспекти викладання курсу. Реалізація мети курсу за вибором «Механіка: зрозумій фізику відчуттями» передбачає створення освітнього середовища, яке сприяє досягненню очікуваних результатів навчання через організацію активної, дослідницької та творчої взаємодії між учителем і здобувачами освіти. Стратегія навчання базується на принципах *компетентнісного, діяльнісного, інтегрованого та особистісно орієнтованого підходів*.

Ці методологічні підходи реалізуються через **діяльнісну модель навчання**, яка передбачає системне залучення учнів до *практичної, дослідницької, експериментальної, моделювальної та проєктної* діяльності.

Ситуативне навчання в курсі реалізується через використання реальних або змодельованих ситуацій для актуалізації фізичних понять у повсякденному контексті. Також використання *проблемно-орієнтованого навчання* стимулює учнів до постановки запитань, пошуку рішень, перевірки гіпотез і побудови власних висновків.

STEM/STEAM-підхід відбувається через *інтеграцію* фізики з мистецтвом, інженерією, цифровими технологіями, біологією тощо, що сприяє міжпредметному мисленню.

Партнерська взаємодія передбачає формування навчальних команд, колективно планування експериментів, взаємооцінювання та взаємонавчання.

Під час навчання використовуються такі **методи та технології** навчання:

- інтуїтивно-дослідницький метод (“від відчуття до формули”) – дослідження фізичних явищ через спостереження, власний досвід і побутові приклади; моделювання та цифрові симуляції (використання ресурсів PhET, Algodoo, Tinkercad, Arduino, мобільних додатків (Phyphox, Sensor Tools));
- проєктно-орієнтоване навчання: реалізація мініпроєктів і творчих STEM-завдань з презентацією результатів у форматі відео, інфографіки, коміксу, постера;
- візуалізація та сторітелінг: застосування інтерактивних плакатів, цифрових карт знань, елементів сторітелінгу для інтерпретації наукових явищ.

Для належної реалізації курсу використовується наступне **ресурсне забезпечення**: матеріальне (набори для експериментів (кульки, ваги, динамометри, похилі площини), побутові предмети для STEM-дослідів, мультимедійна техніка; цифрове: інтерактивні симулятори, мобільні додатки, освітні відео, презентаційне програмне забезпечення; інформаційне: сайти для генерації навчальних ресурсів, шаблонів, карток, вікторин, інструкцій).

Доцільність оцінювання навчальних досягнень учнів/учениць за цим курсом визначає педагогічна рада закладу загальної середньої освіти.

За потребою оцінювання, рекомендовано застосування поєднаної системи формувального та підсумкового оцінювання відповідно до вимог компетентнісного підходу.

Формувальне оцінювання відбувається через чек-листи й рубрики для спостереження; самооцінка й взаємооцінка; рефлексивні щоденники та STEM-портфолію; оцінювання процесу командної роботи.

Підсумкове оцінювання здійснюється за допомогою: презентація власного проєкту/дослідку; захист проєкту (індивідуально або в команді); оцінка результатів за визначеними критеріями (розуміння поняття, застосування формул, пояснення явищ, якість експерименту, аргументація тощо).

Інструментами оцінювання є: бланки самооцінки та оцінювання STEM-проєктів; цифрові форми (Google Forms) для моніторингу прогресу; оцінювальні таблиці, що враховують знанневий, діяльнісний і ціннісний компоненти результатів, отриманих під час виконання практичних робіт, дослідів, експериментальних та творчих завдань, проєктів.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ

МОДУЛЬ 1. МЕХАНІКА ЯК НАУКА ПРО РУХ

Дослід “Рух — це завжди порівняння”

Мета: показати, що рух відносний, і залежить від вибору системи відліку.

Обладнання: 2 учні або іграшкові фігурки; лінійка або паперова стрічка; фонове відео (наприклад, рух поїзда).

Етапи:

✓ Один учень стоїть на місці, інший — рухається.

✓ Потім обидва рухаються однаково.

✓ Питання: хто з них рухається *відносно дошки*, *відносно один одного*, *відносно Землі*?

✓ Змінити умову: один — у вагоні поїзда, інший — на пероні (на відео).

Зробити висновок.

Дослід “Видимий спокій — прихований рух”

Мета: Дослідити явища, які здаються нерухомими, але фізично включають рух.

Обладнання: годинник зі стрілкою; лава маятника; онлайн-відео «Рух Землі» або симуляція.

Етапи:

✓ Учені спостерігає за годинником — “нічого не відбувається?”

✓ Відео прискореного запису — стрілка обертається.

✓ Маятник: коливання надовго зупиняються — чому?

✓ Переходять до глобального: Земля рухається — а ми це відчуваємо?

Зробити висновки.

Дослід “Фізика в тілі” — рух, який ти відчуваєш

Мета: вивчити реакцію тіла на прискорення/гальмування.

Обладнання: стілець, який крутиться; пляшка з водою; смартфон (акселерометр — Phyphox).

Етапи:

- ✓ Учень сідає на стілець — його обертають — що відчуває тіло?
- ✓ Повільне обертання — тіло майже не реагує.
- ✓ Пришвидшення — з'являється сила, дискомфорт.
- ✓ Додаток фіксує зміну прискорення (графік).

Висновок: ми відчуваємо рух через тіло — механіка має не лише формули, а й відчуття.

Дослід “Зупини момент” — рух у повільному відео

Мета: показати деталі руху, які не видно неозброєним оком.

Обладнання: телефон із камерою SlowMotion; м'яч, папірець, легка тканина.

Етапи:

- ✓ Учень записує падіння м'яча й папірця.
- ✓ У сповільненому режимі видно коливання, деформацію, “затримку”.

Обговорення:

- Чому папір спадає довше?
- Що впливає на зміну швидкості?
- Де починається й закінчується рух?

Висновок: рух — це процес, що складається з мікромоментів, які ми не усвідомлюємо.

Дослід “Я бачу рух — але він ілюзія”

Мета: Показати, як зір і мозок можуть “помилятися” у сприйнятті руху.

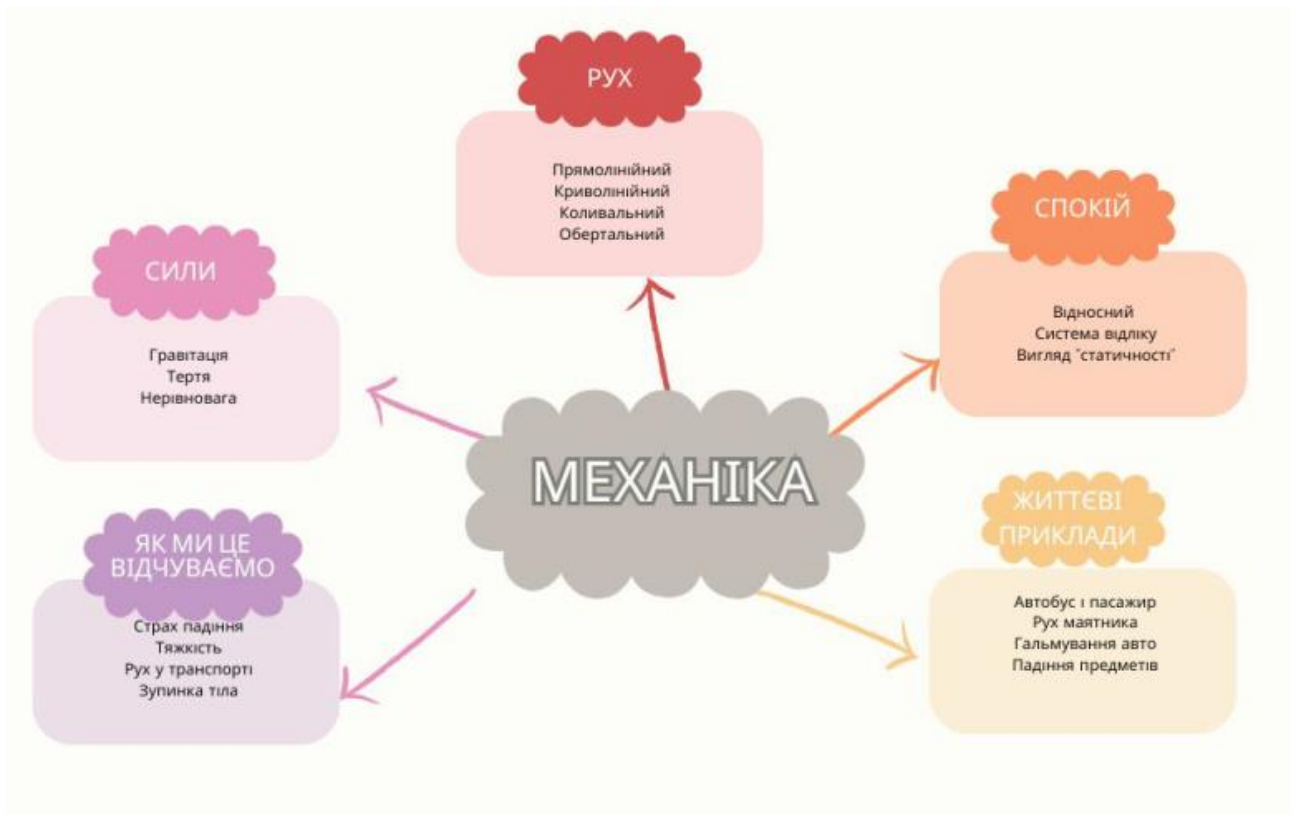
Обладнання: оптична ілюзія (наприклад, рухомі кола на плакаті); відео “motion illusion”; картки з прикладами “мозок бачить, чого нема”.

Етапи:

- Учні дивляться на зображення — рух видно, але об'єкти нерухомі.
Задають питання: “Як так?” — пояснення: око і мозок не завжди точні.
Переходять до висновку: *спокій — теж сприйняття*, не абсолютне.

ПРИКЛАДИ МЕНТАЛЬНИХ КАРТ (MIND MAPS)

I. Ментальна карта «Механіка — це...»



МЕНТАЛЬНА КАРТА "ФІЗИКА НАВКОЛО МЕНЕ"



Приклади асоціативних карток

Картка: “Я — інерція”

Питання:

- У яких ситуаціях я проявляю себе?
- Що я "не люблю"?
- Де я рятую, а де — ускладнюю?

Картка-образ: “М’яч летить — і не зупиняється”

Запитання:

- Чому м’яч не зупиняється одразу?
- Чи можна сказати, що м’яч “хоче” летіти далі?
- Де подібне в житті?

Картка: “Стоїть, але рухається”

Фото: Глобус або Земля з космосу

Питання:

- Що здається нерухомим, але насправді в русі?
- Як ми це сприймаємо?
- Як це впливає на наші уявлення?

Картка “Емоція в русі”

Тема: американські гірки

Питання:

- Що ми відчуваємо в тілі?
- Чи відчуваємо ми спокій?
- Які фізичні сили діють?

Картка: “Фізика в танці”

Питання:

- Що таке баланс?
- Як тіло зберігає рівновагу?
- Коли танцівник "зупиняється", чи це справжній спокій?

МОДУЛЬ 2. РУХ ТІЛ: ЯК МИ ЦЕ БАЧИМО І ВІДЧУВАЄМО

Міні-проект: Вимірювання швидкості руху велосипедиста.

Обладнання: Велосипед, прилад для вимірювання часу (годинник, секундомір), смартфон, майданчик для руху велосипедистів або спеціальні доріжки.

Методика проведення

Учням можна запропонувати два способи вимірювання швидкості руху велосипедиста:

1. Мобільні програми: сучасні смартфони оснащені датчиками та GPS, що дозволяє використовувати спеціалізовані програми для відстеження швидкості та маршруту вашого пересування на велосипеді. Таким чином у даному проекті можна дослідити не лише швидкість руху велосипеда, а й наочно побачити що таке траєкторія руху і яку траєкторію матиме велосипедист під час даного експерименту.

Деякі популярні програми:

✓ **GPS Speedometer & Odometer** – програма, яка використовує GPS для точного вимірювання швидкості.

✓ **Runtastic Road Bike/Mountain Bike** – додаток, який дозволяє записувати поїздки, вести статистику та інші дані, особливо корисний для професійних велосипедистів.

✓ **Exa Bike Tracker** – велотрекер, який зручний для велосипедистів та тих, хто займається іншими видами спорту.

Як працюють програми:

✓ Використання GPS: програми отримують дані про розташування за допомогою GPS і розраховують швидкість на основі зміни положення у часі.

✓ Датчики телефону: деякі програми можуть використовувати датчики телефону, наприклад, акселерометр, щоб вимірювати швидкість.

✓ Підключення до зовнішніх датчиків: деякі програми дозволяють підключення до спеціальних датчиків, які вимірюють швидкість та інші параметри.

Переваги використання програм:

✓ Легкість використання – програми легко встановлюються та використовуються.

✓ Економія на обладнанні – не потрібно купувати окремі пристрої для вимірювання швидкості.

✓ Підтримка додаткових функцій – багато програм дозволяють записувати та відстежувати різні дані про поїздки, вимірювання швидкості руху за допомогою відеозйомки.

2. Етапи вимірювання:

✓ Запишіть відео, на якому велосипедист рухається.

✓ Визначення відстані.

Швидкий спосіб: Якщо на відео є якийсь об'єкт з відомими розмірами (наприклад, розмітка дороги, велосипедний шлях), можна використовувати його як референсну точку для вимірювання.

Точний спосіб: За допомогою програмного забезпечення для обробки відео можна виміряти відстань між двома точками на велосипеді або на самому відео.

✓ Визначення часу:

Виміряйте час, за який велосипедист пройшов задану відстань. Це можна зробити за допомогою таймера або прямо в програмі для обробки відео.

✓ Розрахунок швидкості:

Підстановка: Підставте виміряні значення відстані та часу у формулу:

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

ПОРАДИ

✓ Ви можете використовувати різні програми для обробки відео, які мають функції вимірювання відстані та часу.

✓ Для точного вимірювання використовуйте добре освітлені відео, та виберіть плавну дорогу без значних перепадів.

✓ Вимірюйте швидкість декілька разів і оберніть дані, щоб отримати більш точні результати.

✓ Якщо ви отримали швидкість в метрах за секунду (м/с), то її можна перевести в кілометри за годину (км/год) помноживши на 3,6.

Проект-дослідження «Пошук найшвидшого варіанту очищення столів від бруду»

Завдання: визначити час роботи, пройдений шлях, переміщення та середню швидкість руху губки.

Мета: дослідним шляхом встановити час, шлях, переміщення, та середню швидкість руху миючої губки при застосуванні різних варіантів очищення поверхні столу.

Обладнання: миючі губки, мірна стрічка, секундомір.

Порядок виконання

I. Підготовка до експерименту

✓ Прибрати зайве: Зі столів необхідно прибрати всі предмети (книги, зошити, прилади), щоб забезпечити вільний доступ до всієї поверхні.

✓ Обрати свій варіант або варіант, що запропонував учитель для вирішення поставленої задачі

Приклад 1.

Нехай маємо стіл розміром 60 см×120 см і губку розміром 6 см×10 см. Площа столу: $S_{\text{столу}} = 60 \text{ см} \times 120 \text{ см} = 7200 \text{ см}^2$; миттєва швидкість руху губки 20 см/с.

Площа губки: $S_{\text{губки}} = 6 \text{ см} \times 10 \text{ см} = 60 \text{ см}^2$.

Припустимо, що учень/учениця протирає стіл зі сталою швидкістю руху губки. Миттєва швидкість руху губки буде однаковою для всіх варіантів.

Припущення: Губка переміщується по столу без відриву від поверхні, повністю покриваючи площу столу. Ми шукаємо *найшвидше* протирання, тобто мінімальний час очищення поверхні.

Варіанти задач для найшвидшого протирання столів

Варіант 1: Протирання вздовж довшої сторони столу (120 см)

Опис: Губка рухається вздовж сторони 120 см, а потім переміщується на ширину губки (6 см або 10 см) і повертається у зворотному напрямку.

Підваріант 1.1: Рух вздовж 120 см, "сходінка" 6 см (ширина губки)

✓ Кількість проходів: Щоб покрити ширину столу 60 см губкою шириною 6 см, потрібно $60 \text{ см} / 6 \text{ см} = 10$ проходів.

✓ Довжина одного проходу: 120 см.

✓ Загальний пройдений шлях губки: $10 \times 120 \text{ см} = 1200 \text{ см} = 12 \text{ м}$.

✓ *Переміщення губки:* Якщо починати в одному куті і закінчувати в протилежному по діагоналі, переміщення ≈ 134.16 см. Однак, для повного циклу протирання, якщо починати і закінчувати в одному куті, переміщення буде 0. Якщо починати в одному куті і закінчувати в протилежному куті по довшій стороні (після останнього проходу), то переміщення буде 120 см.

✓ Для визначеності, припустимо, що фінальне переміщення губки буде від початкової точки до кінцевої точки останнього проходу. Якщо губка починає в одному куті і закінчує в тому ж куті, то переміщення 0. Якщо губка починає в одному куті і закінчує в протилежному куті, то переміщення буде 134.16 см. Для цілей задачі, яка розглядає *найшвидше* протирання, важливий пройдений шлях, а не кінцеве переміщення. Нехай для даного варіанту

переміщення губки буде 120 см (відстань останнього проходу, якщо губка закінчує в кінці останнього проходу).

✓ *Середня шляхова швидкість руху:* Припустимо, що миттєва швидкість руху губки становить $v=20$ см/с (це гіпотетичне значення, взяте для розрахунку).

✓ Час протирання: $t=\text{Загальний пройдений шлях}/v=1200 \text{ см}/20 \text{ см/с}=60 \text{ с}$.

Варіант 2: Протирання вздовж коротшої сторони столу (60 см)

Опис: Губка рухається вздовж сторони 60 см, а потім переміщується на ширину губки (6 см або 10 см) і повертається у зворотному напрямку.

Підваріант 2.1: Рух вздовж 60 см, "сходінка" 10 см (довжина губки)

✓ Кількість проходів: Щоб покрити довжину столу 120 см губкою довжиною 10 см, потрібно $120 \text{ см}/10 \text{ см}=12$ проходів.

✓ Довжина одного проходу: 60 см.

✓ Загальний пройдений шлях губки: $12 \times 60 \text{ см}=720 \text{ см}=7.2 \text{ м}$.

✓ Переміщення губки: 120 см (відстань останнього проходу).

✓ Середня шляхова швидкість руху: $v=20$ см/с.

✓ Час протирання: $t=720 \text{ см}/20 \text{ см/с}=36 \text{ с}$.

Варіант 3: Рух по спіралі (від краю до центру)

Опис: Губка рухається по спіралі, поступово зменшуючи площу, що протирається. Це більш складний для розрахунку варіант, але в теорії може бути швидшим, оскільки мінімізуються порожні переміщення.

✓ **Пройдений шлях:** Розрахувати точний пройдений шлях складно без детального алгоритму спіралі. Однак, якщо губка ідеально покриває всю площу, загальна площа, що покривається губкою, дорівнює площі столу. Для ідеального протирання без перекриттів і пропусків, незалежно від траєкторії, мінімальний пройдений шлях дорівнюватиме площі столу, поділеній на ширину смуги протирання.

✓ **Переміщення губки:** Для руху по спіралі, якщо губка починає в куті і закінчує в центрі, переміщення буде від початкової точки до центра столу. Якщо починає в куті і закінчує в тому ж куті після повного протирання, то переміщення рівне нулю. Якщо губка закінчує в центрі столу, то переміщення від кута до центру – це половина діагоналі столу – $\approx 67.08 \text{ см}$.

Середня шляхова швидкість руху $v=20$ см/с.

Миттєва швидкість руху: $v=20$ см/с.

Варіант 4: Комбінований рух / Зигзагоподібний рух

Опис: Губка рухається зигзагом або будь-яким іншим чином, що дозволяє максимально ефективно покрити поверхню. Найшвидшим варіантом буде той, при якому мінімізується загальний пройдений шлях губки, що і було показано вище.

Нехай маємо стіл розміром 60 см×120 см і губку розміром 6 см×10 см. Площа столу: $S_{\text{столу}}=60 \text{ см} \times 120 \text{ см}=7200 \text{ см}^2$; час руху губки вздовж більшої сторони 10с.

Міркування проведіть самостійно, та опишіть їх у своїй роботі.

Висновок: ці розрахунки є ідеалізованими. У реальності враховуватимуться також час на:

- ✓ Підготовку (змочування губки, нанесення засобу).
- ✓ Зміну напрямку руху губки.
- ✓ Можливі перекриття для забезпечення повного прибирання.
- ✓ Людський фактор (втома, нерівномірність руху).

МОДУЛЬ 3. ПРИСКОРЕННЯ І ПАДІННЯ: ВІДЧУТТЯ В ТІЛІ

ШІСТЬ КАПЕЛЮХІВ МИСЛЕННЯ

Поділити учнів класу на 6 груп. Кожна команда буде представляти капелюх певного кольору, спираючись на певний тип мислення, дотримуватися відповідного підходу до аналізу предмету дискусії.

Можна провести на уроці. Оголосити проблемне питання уроку та надайте час на підготовчий етап командного виступу. Або можна підготуватись до гри заздалегідь, на попередньому уроці узгодивши всі організаційні моменти (визначитись з темою дискусії, поділити клас на команди та попросити підготувати доповіді вдома).

Білий капелюх – фокусування уваги на інформації (аналіз відомих фактів та цифр, а також оцінка того, яких відомостей не вистачає та з яких джерел їх можна отримати).

Яка інформація є?

Яка інформація необхідна?

Як і де отримати інформацію, якої бракує?

Ключові моменти:

зазначити конфліктні / суперечливі точки зору;

оцінити доречність і точність інформації;

відокремити факти від припущень;

визначити дії, необхідні для усунення прогалин;

Методи та прийоми: робота з різними джерелами інформації текстовими, відео, презентаціями; для презентації результатів роботи можна застосувати прийоми:

✓ **«Шпаргалка».** Завдання учнів, що працюють з інформацією, написати шпаргалку у вигляді схеми, малюнка, короткого тексту. Передати шпаргалки іншим групам (учням), які повинні розкрити зміст шпаргалки і оцінити;

✓ **Відеознайомство** з Силою Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє

✓ Казка про Силу Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє.

Червоний капелюх – увага до емоцій, відчуттів та інтуїції. Не вдаючись у подробиці та міркування, на цьому етапі висловлюються всі інтуїтивні здогадки.

Мислення в червоному капелюсі дозволяє зрозуміти:

- ✓ що я зараз відчуваю;
- ✓ що мені підказує моя інтуїція;
- ✓ що говорить мені мій «внутрішній голос».

Ключові моменти використання червоного капелюха:

- ✓ дозволено висловлювати почуття, підказки інтуїції і «внутрішнього голосу»;
- ✓ не потрібно виправдовуватися і пояснювати причини своїх почуттів;
- ✓ використовувати як частину розумового процесу, що сприяє прийняттю рішення.

Методи і прийоми:

- ✓ Індивідуальні висловлювання протягом 30 с;
- ✓ щоденник з Сили Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє(приклад подається в додатках);

Чорний капелюх – оцінка ситуації з точки зору наявності недоліків, ризиків та загроз її розвитку.

Запитання, які ми ставимо «під чорним капелюхом»:

- ✓ Які можливі проблеми?
- ✓ Які ймовірні складності?
- ✓ На що треба звернути увагу?

Ключові моменти мислення в чорному капелюсі:

- ✓ допомагає в прийнятті правильного рішення;
- ✓ вказує на складності;
- ✓ досліджує слабкі моменти

Методи і прийоми:

- ✓ Індивідуальні висловлювання протягом 30 с;
- ✓ Написання «Книги скарг» на Силу Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє(приклад подається в додатках).

Жовтий капелюх – дослідження можливих успіхів, пошук переваг та оптимістичний прогноз події/ідеї/ситуації, яка розглядається.

Запитання «під жовтим капелюхом»:

- ✓ Які переваги?
- ✓ Які позитивні сторони?
- ✓ У чому цінність?
- ✓ У чому приваблива концепція даної пропозиції?

✓ Чи можна це втілити в життя?

Методи і прийоми:

✓ Індивідуальні висловлювання протягом 30 с;

✓ «Якби знав, де упав...» щодо використання Сили Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє(приклад подається в додатках);

Зелений капелюх – пошук альтернатив, генерація ідей, модифікація вже наявних напрацювань.

Запитання «під зеленим капелюхом»:

✓ Які творчі ідеї є?

✓ Які можливі альтернативи?

✓ Як подолати складності, виявлені під чорним капелюхом?

Методи і прийоми:

✓ Індивідуальні висловлювання протягом 30 с;

✓ «Пастка ідей» щодо використання Сили Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє(приклад подається в додатках).

Синій капелюх – управління процесом дискусії, підбиття підсумків і обговорення користі та ефективності методу в конкретних умовах.

Запитання «під синім капелюхом»:

✓ Що на порядку денному?

✓ Які цілі?

✓ Які капелюхи використовувати?

✓ Як підвести підсумок?

Методи і прийоми:

✓ Індивідуальні висловлювання протягом 30 с;

✓ «Засідання присяжних» щодо Сили Тяжіння, якщо завдання отримане, як домашнє(приклад подається в додатках);

ФОРМИ ТА МЕТОДИ РОБОТИ ДЛЯ ПРИЙОМУ «ШІСТЬ КАПЕЛЮХІВ МИСЛЕННЯ»

Казка про Силу Тяжіння та Вільне Падіння

У далекій-далекій галактиці, де зірки були такими ж яскравими, як свіжоспечене печиво, жив-був герой на ім'я Сила Тяжіння. Він був не просто звичайним героєм – він був особливим! Сила Тяжіння вмів притягнути до себе

всілякі речі: від зірок до планети, а часом навіть і своїх друзів, які не дуже хочуть з ним залишитися в одному місці.

Одного разу, коли Сила Тяжіння прокинулася, він вирішив, що сьогодні настав час для великої пригоди. "Чому б не вирушити в космічний подорож?" – подумав він і, одягнувши свій яскраво-синій космічний костюм, вирушив у подорож.

Спочатку Сила Тяжіння зазирнув до свого друга, Метеорита. Метеорит був веселим і завжди розповідав цікаві історії про все, що трапляється на його шляху. Але, як виявилось, Метеорит був зайнятий: він намагався запустити новий ракетний двигун, який, за його словами, повинен був злітати до зірки.

«Привіт, Метеорит! Ти не хочеш вирушити зі мною в подорож?» – запитав Сила Тяжіння.

«Але у мене ж ракета!» – відповів Метеорит, намагаючись втиснутися в маленьку кабіну ракети. «Я просто хочу знати, чи працює вона!»

Сила Тяжіння посміхнулася: «Давай, спробуй злетіти, а я поки що покажу тобі, що таке вільне падіння!» Він змахнув рукою, і раптом Метеорит почав падати вниз, а Сила Тяжіння піднялася у повітря.

— Ой-ой-ой! – закричав Метеорит, коли раптом зрозумів, що все навколо почало швидко рухатися. "Це ж вільне падіння! Я лечу, як пташка!"

«Правильно!» – вигукнув Сила Тяжіння. "Вільне падіння – це коли об'єкт, не підпорядкований жодним силам, падає на Землю, і тільки сила тяжіння притягує його вниз! Уяви, як це було б весело, якби не було жодних небезпек!"

Але раптом, під час їхньої розмови, Метеорит втратив контроль над ракетою, і вони обидва почали падати разом. "Це ж не те, що я мав на увазі!" – крикнув Сила Тяжіння, намагаючись притягнути ракету до себе, але, на жаль, вона була занадто важкою.

Аж раптом, на допомогу прийшов їхній друг Галактичний Кім. Галактичний Кім був незвичайним – він умів літати, стрибати і навіть танцювати на зірках!

"Гей, хлопці! Що ви тут робіте?" – поцікавився він, спостерігаючи, як Метеорит і Сила Тяжіння падають без кінця.

«Ми... е-е-е... просто тестуємо вільне падіння!» – намагався пояснити Силу Тяжіння, намагаючись не сміятися.

«Хочете, я вас підстрахую?» – запитав Галактичний Кім, і, не чекаючи відповіді, підлетів до них. Він витягнув свої довгі лапи і схопив Метеорита за хвіст. «Тримайся, друже!»

Сила Тяжіння з полегшенням зітхнув, коли Галактичний Кіт підняв їх обох назад у космос. "Дякую, Коте! Ти справжній рятівник!" – вигукнув Сила Тяжіння, витираючи піт з лоба "Не за що!" – посміхнувся Галактичний Кіт. «А тепер, давайте знайдемо нові пригоди! Я чув про планету, де зростають солодкі фруктові зірки!»

Сила Тяжіння та Метеорит із захопленням вирушили слідом за Галактичним Котом. Вони летіли через космічні простори, поки не досягли планети під назвою Солодка Зірка. І справді, там росли зірки, які нагадували величезні апельсини, полуницю та навіть банани!

«Я ніколи не бачив такого!» – вигукнув Метеорит, коли він підхопив до одного з фруктів і спробував його на смак. "Це неймовірно!"

Але раптом, під час їхнього веселощів, вони помітили, що на планеті щось сталося. Величезний темний хмара почала накривати Солодку Зірку, і всі фрукти почали падати з дерева.

«Це ж неприпустимо!» – закричав Галактичний Кіт. "Ми повинні щось зробити!"

Сила Тяжіння зосередився. "Ми можемо використовувати силу тяжіння, щоб отримати фрукти, але нам потрібно діяти швидко!"

Вони разом почали працювати: Сила Тяжіння почала притягувати фрукти до себе, а Метеорит і Галактичний Кіт допомогли їх ловити. Солодка Зірка знову стала веселою, коли фрукти, зібрані в купу, почали світитися, як маленькі лампочки.

«Ура! Ми врятували Солодку Зірку!» – закричав Метеорит, стрибаючи від радості.

«Це все завдяки командному духу!» – додав Галактичний Кіт. «Якщо ми будемо працювати, разом ми можемо подолати будь-які труднощі!»

Наступного дня, коли темряву змінило світло, Сила Тяжіння з друзями вирушила в новий подорож. Вони побачили, що злагодженість та співпраця можуть творити дива, і, що найголовніше, справжня сила сталася не лише у фізичній силі, а й у дружбі і взаємодопомозі.

Коли вони повернулися назад, Сила Тяжіння знає одне: космос – це не лише про зірки та планети, а й про друзів, які завжди підтримують у важкі часи. І, можливо, навіть про те, як сміятися, коли ти падаєш – адже це може бути найкращим вільним падінням у твоєму житті!

І з тих пір Сила Тяжіння, Метеорит та Галактичний Кіт стали найкращими друзями, які завжди були готові до нових пригод у безмежному космосі.

Сценарій відео «Розповідь Сили Тяжіння про Вільне падіння»

Сцена 1: Вступ

(Кадр: Анімація сили тяжіння у вигляді дружнього персонажа — може бути кулька або супергерой із плащем, що літає в повітрі)

Сила тяжіння (голос):

Привіт! Я — Сила Тяжіння, і сьогодні я розповім тобі про вільне падіння. Готовий? Поїхали!



Сцена 2: Що таке вільне падіння

(Кадр: об'єкт падає з неба, без опору повітря)

Сила тяжіння:

Вільне падіння — це рух тіла тільки під дією мене, сили тяжіння. Немає ніяких інших сил, які б його гальмували чи підтримували.

Сцена 3: Як це працює

(Кадр: кілька предметів різної маси падають одночасно, показуючи, що падають з однаковою швидкістю)

Сила тяжіння:

Знаєш що цікаво? Під час вільного падіння всі тіла, незалежно від маси, падають з однаковим прискоренням — приблизно 9,8 метра на секунду в квадраті. Це — моє прискорення!

Сцена 4: Приклади в житті

(Кадр: яблуко падає з дерева, космонавт у космосі, парашутник без парашута)

Сила тяжіння: Я щодня впливаю на все навколо: коли яблуко падає з дерева, коли космонавти відчують вільне падіння на орбіті, або коли парашутник на мить відчуває, що літає. Це — я!

Сцена 5: Важливість знання

(Кадр: учень на уроці фізики, який з захопленням слухає)

Сила тяжіння:

Розуміння вільного падіння допомагає людям у науці, техніці і навіть у космічних подорожах. Адже все починається з мене — силою, що тримає світ на місці!

Сцена 6: Заклучна

Сила тяжіння:

Сподіваюся, тобі було цікаво дізнатися про мене і вільне падіння. Пам'ятай — я завжди поруч, навіть коли ти цього не бачиш. До зустрічі!

Щоденник Сили Тяжіння

Щоденник учня про силу тяжіння:

День 1

Сьогодні я вперше задумався: а чи правда, що Земля нас тягне вниз? Всі кажуть, що це сила тяжіння, але що якщо це просто вигадка? Можливо, насправді ми самі тягнемось до землі, бо так звикли? Хто перевіряв цю теорію насправді?



День 2

У школі вчитель розповідав про Ісаака Ньютона і яблуко, яке впало на голову. Але я помітив, що ніхто ніколи не бачив, як це яблуко дійсно падає вниз — всі тільки про це говорять. А що, якщо це просто казка, щоб пояснити щось незрозуміле?

Щоденник філософа про силу тяжіння:

Запис I

Кажуть, що сила тяжіння — закон. Неначе він написаний не науковцем, а богом, у граніті. Але з кожним днем я усе більше переконуюся: ми не підкоряємось законам — ми віримо в них. І саме ця віра тягне нас вниз.

Що таке тяжіння, як не зручне пояснення нашої нездатності злетіти? Нас навчили, що ми створені для землі, що падіння — це природне, а зліт — виняток. Але, може, ми падаємо не через фізику, а через переконання? Може, світ тисне на нас не масою, а думкою про масу?

Запис II

Мене завжди бентежило одне: чому яблуко падає вниз, а думка — вгору? Чому тіло підкоряється, а дух протестує? Я сидів сьогодні під деревом — не очікуючи яблук, а чекаючи відповіді. І зрозумів: гравітація — це не сила, а умова гри. І хтось її вигадує.

Запис III

Можливо, ми жили би інакше, якби нам не сказали, що ми важкі. Може, ми не були б такими пригніченими, якби в нас не вбили з дитинства: «Стій на ногах міцно». Стій — не лети. Притиснись — не відлітай. А я хочу відпустити думку, як повітряну кулю, і подивитись: а що, як вона не впаде?

Щоденник містика про силу тяжіння:

Запис IV — ніч без центру

Цієї ночі я прокинувся від відчуття, що мене тягне... не вниз, а вбік. Наче щось невидиме — не Земля — а істота з-за меж логіки, хапає мене за груди і веде крізь шкіру реальності. Я спробував встати з ліжка, але підлога зникла. Я не падав. І не летів. Я просто — плив крізь нерухомість.

У повітрі висіли старі формули, написані чорнилом, що світилось, мов очі нічних створінь. У кожній літері — брехня, що давно стала «істиною». І серед них — ім'я: Ньютон. Я прошепотів його, і в повітрі задрижала тінь.

«Це не він відкрив тяжіння, — прошепотіло щось у темряві, — це тяжіння відкрило його».

Запис V — про голос, що йде з-під каменю

Сьогодні я знайшов камінь. Звичайний ззовні, але варто було покласти на нього долоню — і я почув шепіт. Він говорив мовою, якої я не знав, але розумів.

«Справжня сила — не та, що тягне вниз. А та, що тримає тебе, коли вже немає землі під ногами.»

Я зрозумів, що це не камінь, а вузол — вузол, яким колись було прив'язано небо до землі. І хтось його розв'язує.

Запис VI — про того, хто не падає

У сновидінні я зустрів мандрівника без тіні. Він ішов над землею, не торкаючись її. Я спитав:

— Як ти не падаєш?

Він відповів:

— Я не вірю в те, що падіння можливе.

І в ту ж мить земля під моїми ногами щезла — а я залишився стояти у повітрі.

Щоденник жартівника-сатирика:

Запис VII — офіційно підозрюю Землю

Сьогодні вранці вкотре впав з ліжка. Це вже третій день поспіль. Спочатку я звинувачував себе, потім ковдру, але тепер розумію: це — змова. Земля мене притягує. І робить це з підозрілою наполегливістю.

Почав вести статистику падінь. Середнє значення — 3,6 рази на добу. Якщо це не докази змови сили тяжіння, то я — астронавт на пенсії.

Запис VIII — яблуко, як доказ

Пішов до парку. Сів під яблунею, чекав одкровення. Замість одкровення впало яблуко. Прямо на голову. Сусіди кажуть: «Класика». Але чомусь я не відчув ні відкриття, ні гравітації — тільки бажання з'їсти яблуко.

Можливо, Ньютон теж був голодним, а вся фізика — це побічний ефект перекусу?

Запис ІХ — експериментальна фізика в домашніх умовах

Вирішив перевірити силу тяжіння сам. Узяв тост, намастив маслом і кинув на підлогу. Упав — маслом донизу. Висновок: сила тяжіння — підкуплена маслом.

Провів другий експеримент: підкинув кота. Кіт не захотів літати. Сила тяжіння — або дуже сильна, або кіт — агент гравітаційного бюро.

Запис Х — підозри щодо глобального змови

Що, як тяжіння — це вигадка, щоб змусити нас платити за взуття? Подумайте самі: якби ми літали — нам би не потрібні були підошви. А якби не падали — страхові компанії втратили б половину доходів.

А можливо, гравітація — це просто невидимий чиновник, що збирає податок на польоти.

«Книга скарг» на Силу тяжіння *(можна подати у вигляді стендапу)*

Ящик: «Я тільки на мить відволікся — і вже лечу з полиці вниз. Скільки можна?! Чому не можна повисіти в повітрі хоча б кілька секунд?!»

Яблуко : «Ну і хто придумав цей закон Ньютона? Я просто хотіло дозріти на гілці, а вийшло фатально. Шапку одягайте, люди!»

Людина на льоду: «Хіба не можна зменшити тяжіння на слизькому? Падаю, як мішок з картоплею. Болить все!»

Повітряний змій: «Я тільки-но піднявся — і мене назад тягне! Якось нечесно, наче мене шворкою до Землі прив'язали!»

Цегла: «Не встигла випасти з рук — вже мінус плитка, мінус пальці, мінус репутація. Дякую, гравітаціє...»

Літак: «Пасажири думають, я такий могутній, а насправді я борюся із тяжінням 24/7. Хоч би трішки поваги!»

Кружка: «Один невдалий рух ліктем — і я вже внизу, розбита, як чиєсь серце в понеділок вранці. Дайте шанс!»



Магніт: «Я тут, щоб притягувати, а гравітація — щоб усе притягувати вниз. Ми не команда. Вічна боротьба.»

Мислитель: «Здається, я все розумію... окрім того, чому моє тіло завжди прагне падати, коли я замислююсь над сенсом життя стоячи на драбині.»

«Якби знав, де упав...»

Поради про безпечне падіння жартома та всерйоз

Можна розіграти, як сценками так і стендапом

Поради жартівника- оптиміста:

✓ Перед падінням подивіться вниз і крикніть: “СТРАХУЙ!”

Хтозна — може, хтось і справді підхопить. Або хоча б подивиться.

✓ Використовуйте правило: "Не падай красиво – падай ефективно"

Якщо вже летиш – зображай супергероя! Хочеш – Супермена, хочеш – Людину-павука. Головне — виглядати епічно на камерах відеоспостереження.

✓ Перед падінням завжди перевіряйте: чи не знімав це хтось на TikTok
Бо якщо вже впасти — то бодай хай буде 1 мільйон переглядів!

✓ Не падайте спиною вперед – бо не видно, куди летиш, а обличчя має бути приємне навіть в останній момент

Тримайте кам’яне, але фотогенічне обличчя. Можна навіть усміхнутися – глядачам буде приємніше.

✓ Падаючи, кричіть щось змістовне — наприклад: “Я ж казав, що це погана ідея!”...або класичне: “Мамоооо!”

✓ Уникайте падінь з друзями – бо потім будете в мемах поруч
Ніхто не хоче бути “тим, що впав першим”.

✓ Вивчіть бойове мистецтво падіння — “Упадо”

Це як дзюдо, але навпаки: ти не кидаєш супротивника — ти сам падаєш з грацією лебедя.

✓ Коли вже впали — лежіть із гідністю

Якщо встати не виходить — скажіть, що ви так і планували. Наприклад: “Це була частина перформансу, дякую за увагу”.

✓ І головне — не забудьте написати пост у соцмережах
“Я впав. Але красиво. Фото в каруселі.”



Поради при падінні всерйоз:

Загальні принципи безпечного падіння

- ✓ Розслабте тіло
- ✓ Не намагайтеся напружено "тримати рівновагу до останнього" — краще вчасно здатися і впасти грамотно.
- ✓ Напружене тіло отримує більше травм.
- ✓ Групуйтеся
- ✓ Притискайте руки до грудей або направляйте їх уздовж тіла.
- ✓ Спробуйте згорнутися в "кульку" – так зменшується ризик пошкодження кінцівок.
- ✓ Уникайте падіння на витягнуті руки. Це головна причина переломів зап'ясть та плечей.
- ✓ Краще "котитися", ніж "гальмувати руками".
- ✓ Катайтесь по тілу
- ✓ Якщо можливо, перетворіть падіння у котіння через спину або бік (це часто використовують у бойових мистецтвах та паркурі).
- ✓ Захищайте голову
- ✓ Підборіддя до грудей — особливо при падінні назад.
- ✓ Закривайте голову руками при небезпеці удару.
- ✓ Приземляйтесь на м'які частини
- ✓ Якщо вже падаєте, краще "спіймати" удар сідницями або боком стегна, а не коліном, ліктем чи головою.

Поради залежно від напрямку падіння

Якщо падаєте назад:

- ✓ Підборіддя до грудей (захист шиї).
- ✓ Розведіть руки в сторони, щоб погасити енергію, але не виставляйте їх назад.
- ✓ Групуйте ноги.

Якщо падаєте вперед:

- ✓ Не виставляйте руки прямо.
- ✓ Зігніть лікті і спробуйте приземлитися на передпліччя та груди.
- ✓ Поверніться вбік і перекотіться по плечу.

Падіння набік:

- ✓ Зігніть ноги.
- ✓ Прийміть удар бічною частиною стегна та плечем.
- ✓ Не дозволяйте голові вдаритися — притисніть її до плеча.

Поради для літніх людей або у випадку втрати рівноваги:

✓ Тренуйте рівновагу: вправи на баланс, ходьба по лінії, стояння на одній нозі.

✓ Використовуйте взуття з неслизькою підошвою.

✓ Зберігайте простір удома без перешкод, за які можна перечепитися.

Хочете навчитися технічно правильно падати?

Розгляньте тренування з:

✓ Айкідо, дзюдо — де вчать "укемі" (техніка безпечного падіння).

✓ Паркуру — дає практику "м'яких" падінь.

✓ Йоги та пілатесу — покращують баланс і контроль над тілом.

Пастка ідей:

«Як зробити силу тяжіння і вільне падіння корисними?»

Метод "Пастка ідей" – це спосіб фіксації та збереження всіх ідей, які виникають, щоб потім до них повернутися та оцінити їх. Цей метод часто використовується для генерації ідей, виявлення можливостей та творчості.



Як працює метод "Пастка ідей":

1. Фіксація ідей:

Коли виникає нова ідея, необхідно її негайно записати, наприклад, в зошит, диктофон або на комп'ютер.

2. Збереження:

Зберігайте всі записані ідеї для подальшого аналізу.

3. Оцінка та використання:

Коли потрібно вирішити конкретну задачу або знайти ідеї, звертайтеся до своєї колекції "пасток ідей" та оцінюйте їх відповідність.

Напрямки застосування:

1. Гравітаційна енергетика

✓ Гравітаційні акумулятори — системи, де піднімають вантаж на висоту, а потім опускають, щоб виробити електроенергію (наприклад, гравітаційні вежі або шахти з бетонними блоками).

✓ Водяні греблі — класичний приклад: вода падає вниз, обертає турбіни, і виробляє електрику.

✓ Океанські приливи і відпливи — частково також за рахунок гравітації Місяця.

2. Будівництво і транспорт

✓ Транспортування вантажів згори вниз — використання похилих поверхонь, гірок, систем із тросами і блоками (наприклад, на будівництві чи в гірничій промисловості).

✓ Фунікулери, канатні дороги — використовують гравітацію, щоб допомагати руху вниз або компенсувати витрати енергії.

3. Навчання і дослідження

✓ Демонстрації фізичних законів — маятники, похилі площини, вільне падіння, параболи — все це базується на гравітації і допомагає краще зрозуміти фізику.

✓ Вивчення астрономії — гравітація формує планети, тримає нас на орбіті, впливає на все у Всесвіті.

4. Сільське господарство

✓ Іригаційні системи самопливом — вода тече вниз під дією сили тяжіння, не потребує насосів.

✓ Збір врожаю на схилах — природне скочування плодів у жолоби, особливо у фруктових садах.

5. Побутові технології

✓ Гравітаційне опалення або охолодження — системи, де тепло або холод передається завдяки руху рідини через трубки без насосів.

✓ Зливна система унітазів, водопостачання — вода падає вниз, створюючи натиск і полегшуючи роботу.

6. Інноваційні або футуристичні ідеї

✓ Гравітаційні електростанції на орбіті — наприклад, штучні супутники, які використовують різницю потенціалів для генерації енергії.

✓ Гравітаційне гальмування в транспорті — використання гравітації для зарядки батарей електромобілів під час спуску.

✓ Гравітаційні годинники — механізми, де вага тягне вниз гирю, яка запускає механізм (аналог давніх годинників).

Висновки. «Засідання присяжних»

Проти Сили тяжіння:

✓ Небезпека падіння: через неї ми спотикаємось, падаємо з висоти — зламані кістки, травми, смертельні випадки.



✓ Обмеження людства: сила тяжіння стримує розвиток космічних подорожей — на запуск ракети потрібно витратити мільярди.

✓ Зношування тіл та речей: все тягне донизу — це прискорює старіння тіл, обвалення будівель, руйнування техніки.

Проти Вільного падіння:

✓ Небезпека для життя: без парашута — смерть. Вільне падіння з великої висоти — прямий шлях у лікарню або морг.

✓ Втрата контролю: під час падіння людина не може нічого змінити. Це — паніка, страх, стрес.

Переваги Сили тяжіння:

✓ Забезпечує життя на Землі: без неї не було б атмосфери, води в океанах, людей на землі — ми всі літали б в космосі.

✓ Дає змогу ходити, будувати, створювати: без тяжіння — жодної стабільності.

✓ Керує рухом планет і супутників: сила тяжіння утримує Місяць, створює припливи, керує орбітами — без неї не було б календарів і пір року.

Переваги Вільного падіння:

✓ Дослідження гравітації: саме завдяки вільному падінню Галілей і Ньютон відкрили закони механіки.

✓ Тренування для космонавтів: вільне падіння моделює невагомість.

✓ Розваги та спорт: стрибки з парашутом, банджі-джампінг — це адреналін і розвиток сміливості.

Висновки:

Світ не чорний і не білий. Сила тяжіння та вільне падіння мають як користь, так і ризики. Вони — частина природи, яку ми повинні вивчати, поважати і обережно використовувати. Пропоную: не засуджувати, а прийняти їхню силу як невід'ємну частину життя.

Вердикт: Невинні. Але потребують обережного поводження.

МОДУЛЬ 4. ЗАКОНИ НЬЮТОНА У РУСІ ЖИТТЯ

Практична робота: створення карти знань на тему «Три закони Ньютона»

Мета роботи:

систематизувати та візуалізувати навчальний матеріал з теми "Закони динаміки Ньютона";

встановити та пояснювати логічні зв'язки між ключовими фізичними поняттями (сила, маса, прискорення, інерція, взаємодія) та трьома законами Ньютона;

представляти інформацію у стислій, структурованій формі, використовуючи ключові слова, символи та графічні елементи;

застосовувати цифрові інструменти (графічні редактори, онлайн-сервіси) або паперові носії для створення та презентації карти знань.

Необхідні матеріали та інструменти:

Класичний варіант: аркуш паперу формату А4 або А3, кольорові ручки, олівці або фломастери.

Цифровий варіант: будь-який онлайн-сервіс для створення карт знань (наприклад, **Canva, XMind, Miro, Freeform, Coggle, MindMup**). Будь-який графічний редактор, що дозволяє створювати схеми.

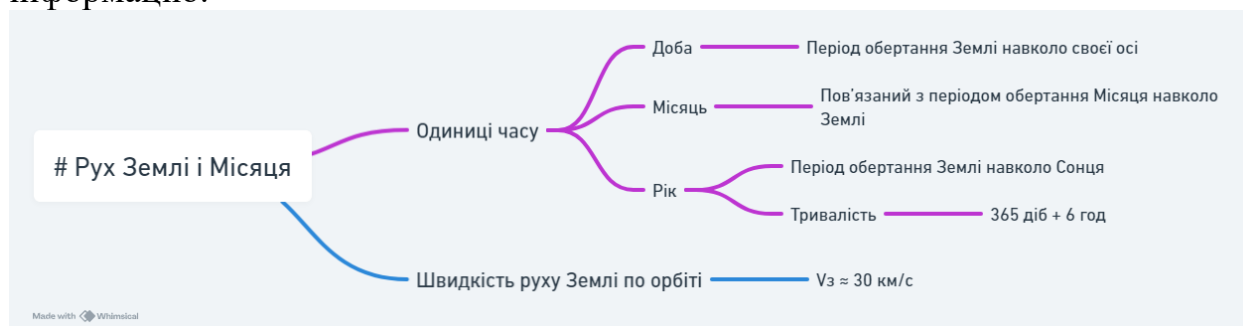
Карта знань (mind map)

Карта знань — це візуальна діаграма, яка допомагає організувати інформацію так, як це робить наш мозок — нелінійно, за допомогою асоціацій. Створення такої карти:

Допомагає краще запам'ятовувати. Візуальні образи, кольори та схеми залучають обидві півкулі мозку, що робить запам'ятовування довготривалим.

Вчить бачити головне. Ви навчитеся виділяти ключові ідеї та бачити зв'язки між ними.

Перетворює навчання на творчий процес. Замість пасивного конспектування ви будете активно аналізувати, структурувати та синтезувати інформацію.



Мал. Приклад карти знань

Список основних понять до теми:

- ✓ Закони динаміки Ньютона
- ✓ Сила (визначення, характеристики, рівнодійна)
- ✓ Маса (визначення)
- ✓ Інертність (визначення)
- ✓ Інерціальна система відліку (визначення, приклади)
- ✓ Перший закон Ньютона (суть, умова)
- ✓ Другий закон Ньютона (суть, формула, наслідки)
- ✓ Третій закон Ньютона (суть, формула, характеристики сил)

Покрокова інструкція

Крок 1. Визнач центральну ідею У центрі свого аркуша (або робочої області в програмі) напиши головну тему: «**Закони динаміки Ньютона**». Обведи її, щоб вона стала візуальним центром твоєї карти.

Крок 2. Створи основні гілки Від центральної теми проведи 3-4 товсті гілки. Це будуть ключові розділи твоєї теми. Підпиши їх, використовуючи поняття зі списку:

Перший закон Ньютона

Другий закон Ньютона

Третій закон Ньютона

(Можна додати гілку "Ключові поняття", куди винести визначення сили, маси тощо)

Крок 3. Деталізуй кожну гілку (розгалуження) Від кожної основної гілки намалюй тонші гілочки, додаючи деталі. Використовуй **список ключових понять**, щоб нічого не пропустити. Наприклад:

До гілки "**Перший закон Ньютона**": додай гілочки «Суть закону», «Інерція», «Інерціальна система відліку», «Приклад з життя (транспорт, спорт)».

До гілки "**Другий закон Ньютона**": додай гілочки «Формулювання», «Формула $F=ma$ », «Наслідки», «Приклад (гойдалка)».

До гілки "**Третій закон Ньютона**": додай гілочки «Суть», «Характеристики сил», «Приклад (віддача, поштовх)».

Крок 4. Використовуй ключові слова та символи Не пиши довгих речень! Пиши тільки найважливіші слова або короткі фрази. Додавай прості малюнки (наприклад, стрілку для сили F , гирю для маси m) — це активує візуальну пам'ять.

Крок 5. Додай кольорів! Розфарбуй карту. Використовуй **окремий колір для кожної основної гілки** та її розгалужень (наприклад, все, що стосується першого закону — синє, другого — зелене, третього — червоне). Це допоможе візуально згрупувати інформацію і швидко знаходити потрібне.

Крок 6. Перевірити та вдосконалити. Коли карта готова, переглянь її. Чи все логічно? Чи зрозумілі зв'язки? Чи нічого важливого не пропущено?

Можливо, ти захочеш додати ще один приклад або перемістити якусь гілку. Охайне і зрозуміле оформлення — це частина завдання.

Критерії успішного виконання роботи

Твоя карта знань буде вважатися успішно створеною, якщо вона відповідає таким критеріям:

- ✓ **Повнота:** Карта охоплює **всі** ключові поняття з наданого списку.
- ✓ **Логічність:** Структура чітко відображає зв'язки між поняттями (наприклад, формула $F=ma$ пов'язана саме з Другим законом).
- ✓ **Ієрархічність:** Є чітко виражена центральна тема, основні гілки та підгалузі.
- ✓ **Лаконічність:** Використані ключові слова, символи та формули, а не суцільний текст.
- ✓ **Візуальна ясність:** Ефективно використані кольори для розрізнення блоків, карта охайна і легко читається.

Поради та типові помилки

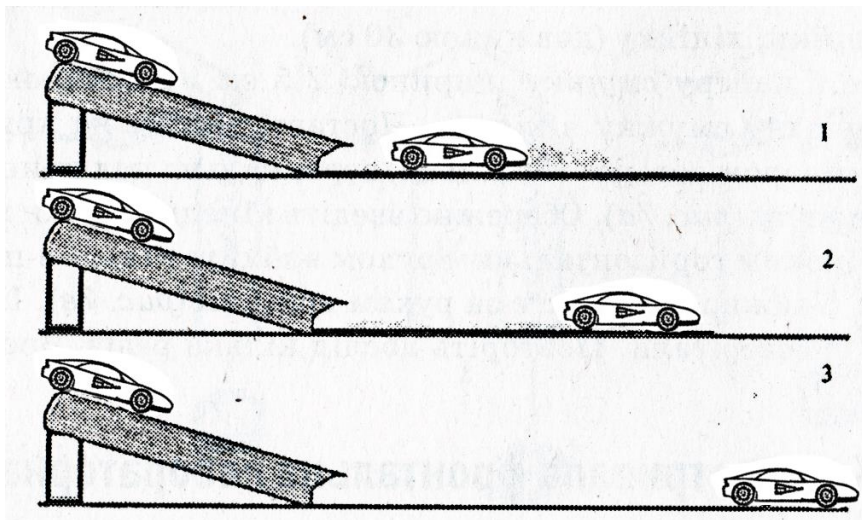
Поради для успіху	Типові помилки, яких варто уникати
Спочатку зроби чернетку. Накидай структуру олівцем, щоб легко вносити зміни.	Перевантаження текстом. Карта знань — не конспект. Уникай довгих речень.
Будь креативним! Використовуй різні шрифти, товщину ліній, малюнки.	Нелогічні зв'язки. Не поєднуй поняття, які не пов'язані між собою.
Обговорюй з однокласниками. Спільний брейнстормінг може виявити нові ідеї.	Хаотична структура. Карта без чіткої ієрархії перетворюється на "хмару тегів".
Перевір ще раз. Переконайся, що не пропустив жодного поняття зі списку.	Ігнорування кольорів. Монохромна карта втрачає одну з головних переваг.

Короткотривала фронтальна лабораторна робота

Тема. Вивчення явища інерції

Мета: експериментально перевірити явище збереження тілом своєї швидкості, коли на нього не діють інші тіла.

Прилади й матеріали: рухома модель дитячого автомобіля або кулька (пластикові, металеві); порожня коробка з-під сірників; підручник або жолоб, невеликий килимок з (бажано з коротким ворсом), гумовий килимок або шматок гуми, продовгуватий шматок наждачного паперу.



Вказівки до виконання роботи:

1. Створення похилої площини:

- ✓ На краю парти поставте на ребро сірникову коробку.
- ✓ Підручник з фізики покладіть однією стороною на сірникову коробку так, щоб утворилася так звана «гірка» або похила площина. Інший варіант — закріпити площину або жолоб під кутом до горизонту.

2. Дослід 1: Рух по килиму:

1. Покладіть частину килима на шлях руху автомобіля (кульки).
2. Поставте модель автомобіля або кульку на найвищу точку підручника й відпустіть його (її).
3. Уважно спостерігайте за рухом автомобіля (кульки), охарактеризуйте його. Зафіксуйте приблизну відстань, яку проїхав автомобіль (прокотилася кулька) до повної зупинки по килиму.

3. Дослід 2: Рух по парті:

1. Приберіть килим зі шляху автомобіля (кульки). Тіло рухатиметься безпосередньо по гладенькій поверхні парти.
2. Повторіть дослід, відпустивши автомобіль (кульку) з тієї ж висоти.
3. Зафіксуйте відстань, яку пройшов автомобіль (кулька) до зупинки.
4. Порівняйте відстань, яку пройшов автомобіль (кулька) до повної зупинки на гладкій поверхні, з відстанню на килимі.

4. За наявності інших видів поверхонь проведіть відповідні дослід з ними.

Аналіз результатів та висновок:

1. Порівняйте результати всіх дослідів.
2. На якій поверхні (килим, парта і т.д) автомобіль (кулька) проїхала найменшу відстань, а на якій — найбільшу?

3. Який висновок ви можете зробити про залежність відстані, яку проходить автомобіль (кулька) до повної зупинки, від величини дії іншого тіла (сили тертя)?

4. Зробіть висновок про залежність відстані, яку проходить автомобіль (кулька) до повної зупинки, від величини дії іншого тіла (ворс).

5. Дайте означення явища інерції. Як рухалося б тіло, якби на нього не діяли інші тіла?

6. Якщо поверхонь було більше ніж дві, створіть таблицю та побудуйте діаграму засобами електронних таблиць. У таблиці вкажіть назви поверхонь і відповідні відстані, пройдені тілом. Це допоможе візуалізувати залежність.

МОДУЛЬ 5. РІВНОВАГА І ВАЖЕЛІ: ФІЗИКА БАЛАНСУ

Вступ.

Тема. Конструювання важеля. (практичний посібник для старшокласників)

Мета роботи: навчитися будувати простий важіль та дослідити умови рівноваги.

Необхідні матеріали:

- ✓ Лінійка або дерев'яна паличка (довжиною 30–40 см)
- ✓ Олівець або ручка (використовується як опора)
- ✓ Картон або пластикові кришки (для створення вантажів)
- ✓ Пластилін або скотч (для кріплення)
- ✓ Шнурки або нитки
- ✓ Маленькі предмети однакової маси (наприклад, гайки, монети, гудзики)
- ✓ Ножиці



Покрокова інструкція

Крок 1.

1. Покладіть олівець горизонтально на стіл — це буде точка опори.

2. Зверху поперек покладіть лінійку або паличку — це буде важіль.

Крок 2.

1. З двох боків лінійки на однаковій відстані від центру прикріпіть шнурки з картонними або пластиковими ємностями (наприклад, кришками).

2. Переконайтесь, що вони вільно звисають і можуть тримати невеликі предмети.



Крок 3.

1. Помістіть однакову кількість монет або гайок з обох боків — важіль буде у рівновазі.

2. Потім змінійте відстань вантажів від опори або масу, щоб побачити, як змінюється рівновага.

Питання для самоперевірки:

- ✓ Що станеться, якщо один вантаж буде далі від опори, ніж інший?
- ✓ Як можна збалансувати важіль, якщо один вантаж важчий?
- ✓ Чим відрізняються важелі першого, другого й третього роду?

Тема. Важіль у людському тілі

Людське тіло — це складна система, що використовує принципи механіки для виконання різноманітних рухів. Одним із основних елементів, що забезпечують рухи, є важелі. Ці механічні структури допомагають м'язам переміщувати частини тіла з меншою затратою енергії.

Типи важелів

У людському тілі існують три основних типи важелів, кожен з яких має свої унікальні характеристики та функції:

Важіль першого роду

Точка опори — між силою і навантаженням

Приклад:

- ✓ Піднімання голови (з положення лежачи)
- ✓ Опора: атлант (1-й шийний хребець)
- ✓ Сила: шийні м'язи ззаду тягнуть голову вгору
- ✓ Навантаження: вага голови спереду

Важіль другого роду

Навантаження — між точкою прикладання сили і точкою опори

Приклад:

- ✓ Стояння на пальцях
- ✓ Опора: пальці стопи
- ✓ Навантаження: маса тіла
- ✓ Сила: литковий м'яз тягне п'яту догори. Цей важіль дає перевагу в силі — невелике зусилля м'яза піднімає всю масу тіла.

Важіль третього роду

Сила — між точкою опори і навантаженням

Приклад:

- ✓ Згинання руки в лікті
- ✓ Опора: лікоть
- ✓ Сила: біцепс, прикріплений трохи нижче плеча

✓ Навантаження: вага предмета в руці або сама рука. Це найпоширеніший тип важеля в тілі — він дає перевагу у швидкості та точності рухів, хоча вимагає більше сили.

Значення важелів

Важелі в тілі виконують кілька важливих функцій:

Ефективність руху: Вони дозволяють м'язам виконувати рухи з меншими витратами енергії, збільшуючи ефективність.

Точність контролю: Завдяки важелям можна здійснювати точні та контрольовані рухи, що особливо важливо для виконання складних дій.

Розподіл навантаження: Важелі допомагають розподілити навантаження по всьому тілу, зменшуючи ризик травмування.

Тема. Пізнай своє тіло (практичний посібник для старшокласників)

Мета роботи: з'ясувати, як принципи дії важелів реалізуються в опорно-руховій системі людини, навчитися розпізнавати типи важелів у будові тіла та оцінювати їхню роль у забезпеченні ефективності рухів і функціонуванні м'язів.

Ситуація

Людина лежить на спині на подушці. Щоб підняти голову, м'язи задньої частини шиї скорочуються і тягнуть голову догори. Якого роду цей важіль?

Опис роботи важеля першого роду:

✓ М'язи, що кріпляться до потилиці, тягнуть голову назад і вгору, створюючи обертовий момент навколо точки опори (атланта).

✓ У той самий час вся маса передньої частини голови (лоб, обличчя) діє вниз, створюючи протилежний момент.

✓ Якщо м'язи створюють достатній момент сили, голова піднімається з подушки

Поділіться своїми відчуттями при виконанні таких дій в домашніх умовах.

Експериментуємо

Станьте прямо і повільно підіймайтеся на пальці ніг (на носочки), підіймаючи п'яту вгору.

✓ Які маєте відчуття?

✓ Чи змінюється навантаження із збільшенням відстані від п'яти до підлоги?

✓ Чому приклавши відносно невелике зусилля, ви маєте можливість підняти всю масу свого тіла?



✓ Якого роду цей важіль?

Експериментуємо



Візьміть книжку, що лежить на столі, у руку та підійміть над столом.

✓ Чи змінюється навантаження на руку коли взяти три книжки?

✓ Чому наші руки здатні виконувати точні і швидкі рухи?

✓ Якого роду цей важіль?

Питання для самоперевірки

1. Чим зумовлено те, що більшість м'язів у тілі людини працюють як важелі третього роду, хоча це не дає виграшу в силі?

2. Чому вигідніше застосовувати нижні кінцівки для піднімання масивних предметів, а не верхні?

Практичний посібник для старшокласників

Тема. Види рівноваги

Досліджуємо



Мета: дослідити поведінку тіла у стані стійкої рівноваги та визначити, як воно реагує на малі збурення.

Необхідні матеріали:

- ✓ Невелика чаша або миска
- ✓ Маленький м'ячик (наприклад, тенісний або пластиковий)
- ✓ Лінійка
- ✓ Хронометр (можна смартфон)

Хід роботи:

1. Поклади м'ячик у центр миски.
2. Злегка штовхни м'ячик убік і спостерігай за його рухом.
3. Вимірйай, скільки часу потрібно, щоб м'ячик повернувся до стану спокою (приблизно).
4. Повтори дослід із різною силою поштовху.
5. Зроби висновки:
6. Чи повертається м'ячик у центр миски?
7. Як сила поштовху впливає на швидкість повернення до рівноваги?
8. Чи можна сказати, що м'ячик перебуває у стані стійкої рівноваги?



Додаткове завдання: Спробуй провести той самий дослід, але поклади м'ячик на перевернуту миску. Що зміниться? Яку рівновагу можна спостерігати?

Ситуація

Тема. Модель ринку та перевірка стійкості економічної рівноваги

Мета: зрозуміти, як ринок повертається до рівноваги після порушення балансу між попитом і пропозицією.

Завдання:

1. Уяви, що на місцевому ринку продаються яблука. При ціні 20 грн/кг продавці привозять 100 кг, і покупці готові купити рівно стільки ж.
2. Раптово ціна зросла до 30 грн/кг.
 - ✓ Як зміниться кількість покупців?
 - ✓ Що зроблять продавці?
 - ✓ Побудуй графік попиту та пропозиції.
 - ✓ Поясни, чи і як ринок повернеться до початкового стану.



✓ Зроби висновок: чи є початковий стан прикладом стійкої економічної рівноваги?

Експериментуємо

Тема: Гомеостаз — стійка рівновага в організмі людини

Необхідні матеріали: скакалка, термометр

Завдання:

1. Вимірйайте температуру свого тіла. Здійсніть 100 стрибків на скакалці.
2. Вимірйайте температуру тіла після здійснення стрибків. Які відчуття?

3. Опишіть, які фізіологічні процеси відбуваються в організмі для повернення до норми (наведи не менше 3).

4. Поясни, чому після завершення навантаження температура стабілізується.

5. Уявіть протилежну ситуацію — ви вийшли взимку на вулицю легко одягнені.

6. Що відбувається з судинами шкіри, як тіло реагує?

7. Чому пальці стають холодними, але загальна температура тіла зберігається?

Підказка

Нормальна температура тіла ($\sim 36,6^{\circ}\text{C}$) — це "рівноважна точка". Організм постійно підтримує цю температуру за допомогою терморегуляції, яка відбувається в гіпоталамусі — частині мозку, що працює як "термостат". Коли температура знижується, організм активує зігрівальні механізми: скорочення судин (менше тепла втрачається через шкіру), тремтіння (м'язи генерують тепло), "гусяча шкіра". Температура тіла повертається до норми. Коли температура підвищується (спека, фізичне навантаження), відбувається активація охолоджувальних механізмів: потовиділення (випаровування охолоджує шкіру), розширення судин (тепло віддається в зовнішнє середовище).

!!! Це приклад стійкої рівноваги, бо навіть якщо температура трохи коливається вгору чи вниз, організм реагує і повертає її до стабільного стану.



Челендж: Нестійка рівновага

Сценарій для короткого відео «Челендж: Нестійка рівновага» («Челендж» (від англ. «challenge») - це виклик, завдання або те, що має бути подолане або виконане)

1. Фонова музика з напругою або драматичним ефектом

Текст на екрані:

«Челендж: хто втримує нестійку рівновагу?»

Пояснення ситуації (коротко)

2. Озвучка або субтитри:

«Це кулька на гірці. Вона в нестійкій рівновазі. Один дотик — і все!»

Показати крупним планом, як кулька стоїть на вершині гірки.



Проведення челенджу

Один учень намагається поставити кульку на вершину:

- Запускається таймер:

«Скільки секунд вона протримається?»

Кулька скочується — додається ефект: «Ой!» або «Вауу»

Альтернативні спроби

Хтось пропонує рішення: «А якщо додати трохи пластиліну?»

Кулька тримається довше.

Коментар: «О! Уже не нестійка — тепер стійка!»

Текст на екрані: «Нестійка рівновага виглядає мирно, поки її не зрушити»

Жартівливий момент: Учень дмухає — кулька котиться

За таким планом запропонуйте учням зняти відео із спостереженням рівноваги олівця на пальці.

Балансування олівця:

✓ Учень бере олівець і намагається встановити його вертикально на кінчику пальця.

✓ Важливо, щоб нижній кінець олівця був рівним.

Спостереження:

✓ Учні швидко помітять, що навіть дуже незначне відхилення призводить до падіння олівця.

✓ Обговорюється: це приклад нестійкої рівноваги, коли центр маси знаходиться над дуже малою опорною площею, і будь-яке порушення симетрії призводить до втрати рівноваги.

Варіація:

✓ Надіти гумку на кінець олівця — тоді центр маси зміщується вище, і утримати його стане ще складніше.

Контраст з стійкою рівновагою:

✓ Перевернути олівець і покласти його горизонтально на долоню: легко утримується — стійка рівновага.

Обговорення з учнями:

1. У чому різниця між стійкою та нестійкою рівновагою?
2. Які приклади нестійкої рівноваги ви можете пригадати в повсякденному житті?

Висновок “У нестійкій рівновазі система виглядає спокійною, але насправді — це пастка. Варто лише торкнутись — і вона втрачає все.”

Експериментуємо

Тема. Симетрія та рівновага в оригамі

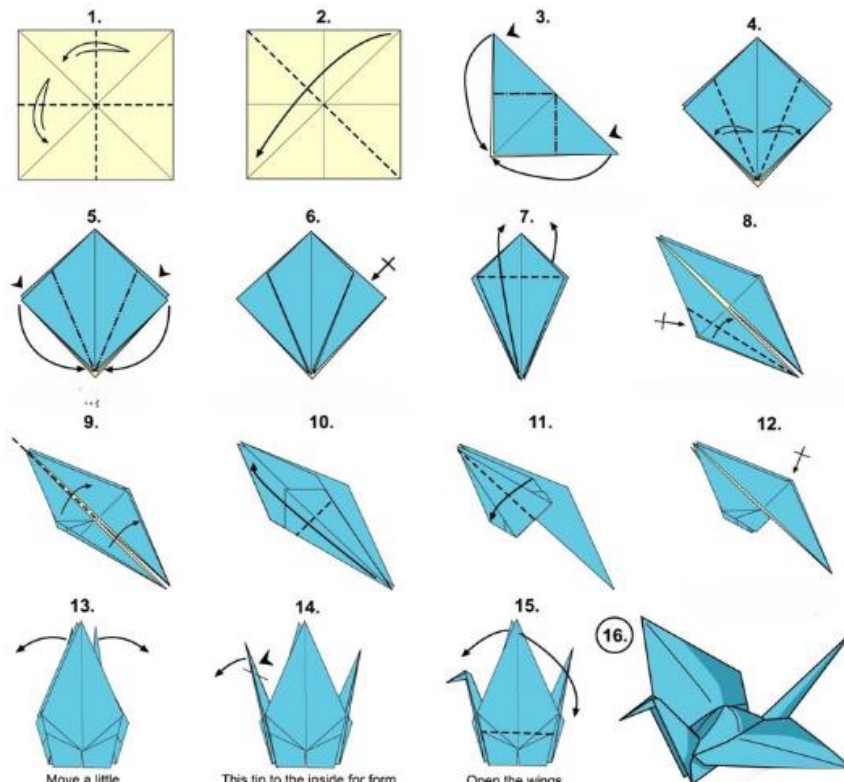
Мета: дослідити, як симетрія в конструкції оригамі впливає на її рівновагу, стійкість і баланс

Обладнання: аркуші паперу (формату А4) для оригамі, ножиці, тонка нитка або зубочистка, олівець, лінійка, таблиця для фіксації результатів.

Хід експерименту:

Крок 1. Створення моделі

Розділіть учнів на пари або малі групи. Запропонуйте скласти класичну фігуру журавля (орігамі) або спрощену модель птаха. Одна група робить ідеально симетричну модель, а інша — з умисним порушенням симетрії (наприклад, одне крило коротше або складене неправильно).



2.

Крок
Перевірка
рівноваги

Знайдіть точку балансу моделі, розмістивши її на кінчику зубочистки. Для симетричної моделі центр мас буде близько до геометричного центру —

птах добре тримає рівновагу. Асиметрична модель буде нахилитись або падати — центр мас зміщується, порушуючи рівновагу.

Крок 3. Демонстрація симетрії та рівноваги

Групові варіанти:

✓ (перша група або пара) Симетричний журавель: точні, рівномірні складки — очікується стійка рівновага.

✓ (друга група або пара) Асиметричний журавель: змінена форма крил або шиї, незбалансований — прояв нестабільності.

Практика: балансуємо кожного журавля на зубочистці

Занотовуємо:

✓ Чи тримає фігура рівновагу?

✓ Яка її тенденція до похилу/падіння?

Показник	Симетричний журавель	Асиметричний журавель
Баланс на опорі		
Положення центру мас		
Візуальна симетрія		

Аналіз і обговорення:

1. Що сталося з моделями при порушенні симетрії?

2. Як симетрія впливає на центр мас?

3. Чому геометрична симетрія допомагає утримувати рівновагу?

4. Які приклади з природи демонструють цей принцип? (Наприклад: птахи, метелики, листя)

Теоретичне підґрунтя:

Симетрія → рівномірний розподіл мас → центр мас співпадає з геометричним центром → краща рівновага

Асиметрія → зміщення мас → центр мас поза точкою опори → нестійкість.

Культурний аспект: “1000 журавлів” повість японського письменника Ясунарі Кавабати як символ миру і бажання.

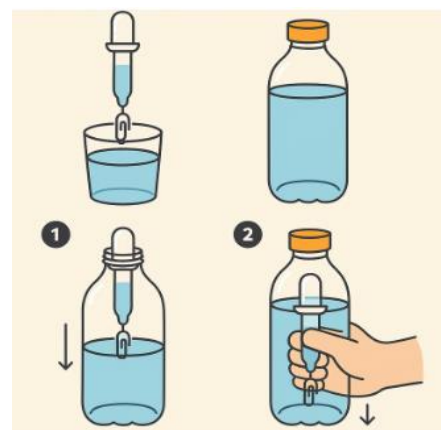
Експериментуємо

Тема. Картезіанський водолаз

Мета: показати стан байдужої рівноваги, коли тіло, занурене у рідину, залишається у рівновазі в будь-якому положенні на одній і тій же глибині.

Обладнання:

✓ Пластичова пляшка з кришкою (невелика, 0,5 л або менше).



- ✓ Стакан з водою.
- ✓ Вода для заповнення пляшки.
- ✓ Піпетка, дрібні вантажі (наприклад: гайки, скріпка, пластилін).

Хід експерименту:

- ✓ Візьміть піпетку і частково заповніть її водою, залишивши трохи повітря всередині.
- ✓ Акуратно занурте піпетку у стакан з водою.
- ✓ Додайте трохи вантажу (наприклад, прикріпіть скріпку або пластилін), поки вона: не тоне повністю, але й не спливає повністю — повинна зависати у воді.
- ✓ Коли знайдено баланс — піпетка готова.
- ✓ Наповніть пляшку водою до самого верху.
- ✓ Обережно вставте у неї піпетку.
- ✓ Закрутіть кришку герметично.
- ✓ Затисніть руками пляшку з водою — водолаз занурюється → відпустіть — спливає. У момент, коли водолаз зависає в товщі води, він демонструє байдужу рівновагу.

Обговорення:

1. Як пов'язані сила Архімеда та рівновага тіла в рідині?
2. Де ми спостерігаємо байдужу рівновагу в житті? (Наприклад, субмарини, акваріумні прикраси)

STEM урок «Магія рівноваги: від іграшки до інженерії»

Цей урок не тільки надасть учням глибоке розуміння фізичних принципів, але й розвине їхні інженерні навички, креативність та вміння працювати в команді, що є основою STEM-освіти.

Ресурси/обладнання:

Опис обладнання (від високотехнологічного до підручного):

Високотехнологічне обладнання (для опціональних проєктів або демонстрацій):

✓ 3D-принтер: для створення складних моделей важелів, балансуєчих фігур, мініатюрних архітектурних елементів з урахуванням центру мас.
Приклад застосування: моделювання та друк «мобілів» (кінетичних скульптур), що демонструють складний баланс, або важелів з незвичайними точками опори.

✓ Проектор та інтерактивна дошка/екран: для демонстрації відео, симуляцій, презентацій, спільної роботи над схемами.
Приклад застосування: перегляд коротких відео про застосування важелів у будівництві, медицині (наприклад, ваги, протези), спорті.

✓ Ноутбуки/планшети/смартфони з доступом до інтернету: для пошуку інформації, використання онлайн-симуляторів (наприклад, PhET Interactive Simulations – «Balancing Act»), створення цифрової інфографіки. **Приклад застосування:** дослідження принципів роботи різних типів рівноваги та важелів за допомогою інтерактивних симуляцій, створення цифрової інфографіки в Canva або аналогічних редакторах.

Доступне обладнання та підручні матеріали:

Набір для дослідження важелів: довга лінійка або дерев'яна рейка (40-60 см);

олівець або трикутна лінійка (як точка опори); набір вантажів однакової маси (наприклад, монети, скріпки, гайки, пластилін, гумки, пакетики з піском/цукром); нитки для підвішування вантажів; маленькі гирі або кубики (для більш точних вимірювань).

Матеріали для конструювання: картон: щільний та тонкий (коробки, втулки від паперових рушників); ножиці, канцелярські ножі: для різання картону та інших матеріалів; клей: ПВА, клей-олівець, гарячий клей-пістолет; папір: для малювання, нотаток, аплікацій; дерев'яні шпалки, зубочистки: для з'єднань, осей, підставок; пластилін, глина: для моделювання, створення точок опори, вантажів; дріт (м'який): для створення з'єднань, гачків; скріпки, кнопки, гумки: для тимчасових з'єднань; лінійки, транспортири, циркулі: для точних вимірювань та креслень; маркери, олівці, фломастери: для оформлення.

Додатково: ваги (кухонні або лабораторні) - для зважування вантажів; рулетки або довгі вимірювальні стрічки.

Опис/методика проведення/сценарій

I. Мотивація навчальної діяльності (5-7 хвилин)

Індивідуально-групова практична робота. Клас поділити на дві групи, з умовою, щоб в одній групі було 10 учнів для якої буде завдання «Неіснуючий звір», для іншої групи «Відчуй баланс».

«Неіснуючий звір»

Завдання: створити разом звіра, який ніколи не існував. Для цього учні мають використовувати різні положення тіла. Вони можуть триматися за руки чи обійняти один одного. Обов'язкова умова – підлоги можуть торкатися лише 14 ніг і 12 рук, а не всі 20. Тобто, комусь доведеться стояти на одній нозі. А руки не завжди зможуть стати точкою опори – доведеться покладатися на членів команди.

Завдання полягає в тому, щоб діти змогли швидко домовитися, розподілити між собою «частини тіла» звіра та простояти нерухомо принаймні 30 секунд.

«Відчуй баланс»

Учні стають в коло. Завдання: кожному спробувати збалансувати олівець на кінчику пальця, потім на носі.

Питання для обговорення: Що відчувається? Чому олівець падає? Що потрібно зробити, щоб він тримався?

Підвести до понять: рівновага, центр мас тіла, точка опори.

Демонстрація простих прикладів балансуючих іграшок (наприклад, птах, що балансує на піраміді).

Питання: Як ви думаєте, чому цей птах не падає? Де його центр мас?



II. Теоретичний блок та дослідження (10-15 хвилин)

Пояснення вчителя за допомогою презентації з використанням симуляції «Балансування»



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

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

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:

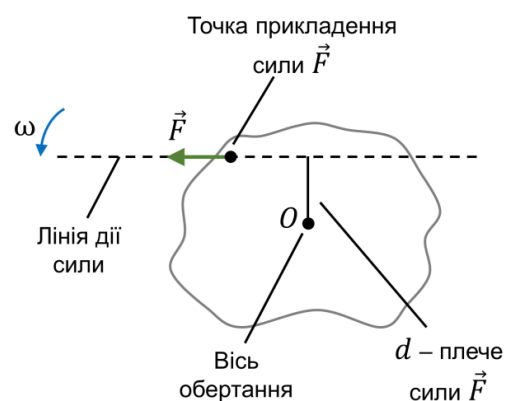
$$M = Fd$$

Одиниця моменту сили в СІ – ньютон-метр:

$$[M] = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

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



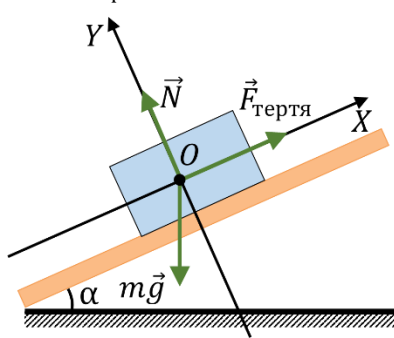
Умови рівноваги тіла

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:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$$

Приклад. Розташоване на похилій площині тіло перебуває у стані рівноваги, якщо сили, що діють на нього, скомпенсовані:

$$\vec{F}_{\text{тертя}} + \vec{N} + m\vec{g} = 0$$



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:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

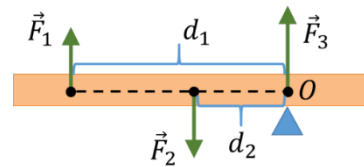
Приклад. Важіль перебуває в рівновазі, якщо сума моментів сил, що діють на нього, дорівнює нулю:

$$M_1 + M_2 + M_3 = 0$$

$M_1 = -F_1 d_1$ 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 $d_3 = 0$).

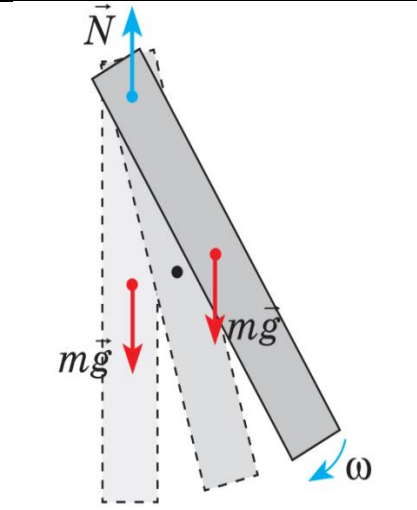
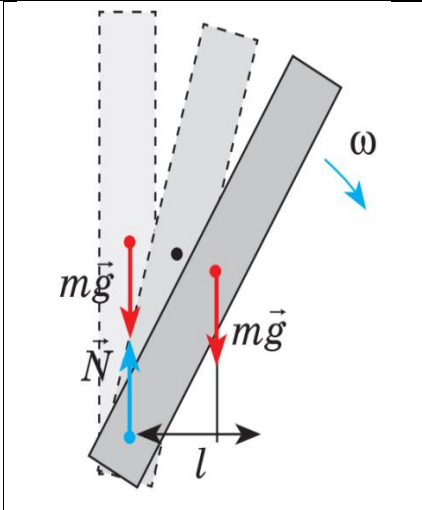
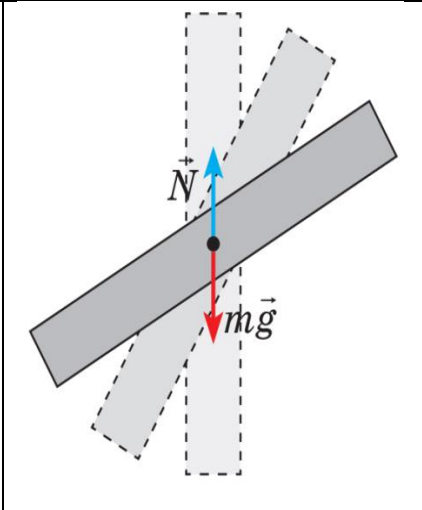
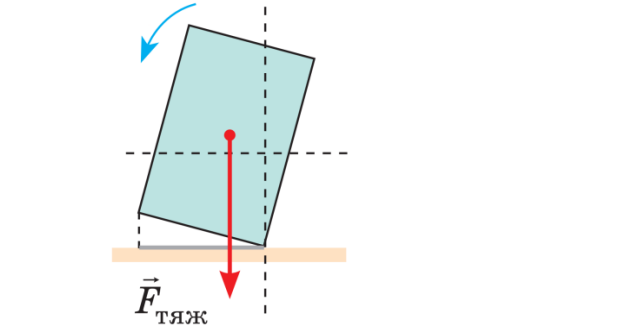
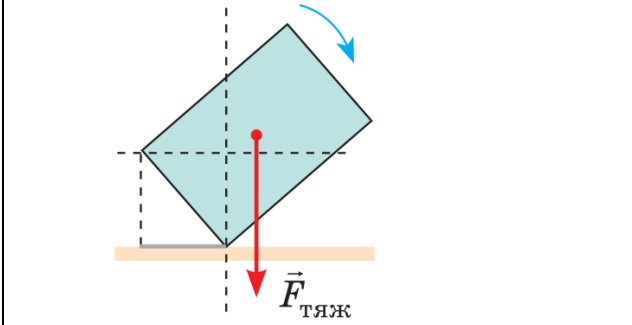


Якщо тіло може рухатися поступально, а також обертатися навколо деякої осі, то це тіло перебуватиме в рівновазі, якщо дотримано обох умов рівноваги:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$$

Види рівноваги

<i>Тіло перебуває на гладенькій поверхні</i>		
Стійка рівновага	Нестійка рівновага	Байдужа рівновага
Рівнодійна повертає тіло в положення рівноваги	Рівнодійна віддаляє тіло від положення рівноваги	Рівнодійна дорівнює нулю
<i>Тіло має горизонтальну «вісь» обертання</i>		
Стійка рівновага	Нестійка рівновага	Байдужа рівновага
Вісь обертання	Вісь обертання	Вісь обертання

знаходиться вище від центра тяжіння	знаходиться нижче за центр тяжіння	проходить через центр тяжіння
		
<i>Тіло перебуває на опорі</i>		
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	
		

III. Діяльнісний аспект

«Відкриваємо важелі»

(Дослідницька робота в групах):

Кожна група отримує: лінійку (важіль), олівець (точка опори), набір однакових вантажів (монети, скріпки).

Завдання:

Розмістити один вантаж на одному кінці важеля. Де потрібно розмістити інший такий же вантаж, щоб важіль був у рівновазі?

Розмістити один вантаж на відстані x від точки опори. Де потрібно розмістити два таких же вантажі, щоб важіль був у рівновазі?

Дослідити різні комбінації вантажів та відстаней, записуючи результати, сформулювати висновок.

IV. Застосування знань та конструювання (15-20 хвилин)

Інженерний виклик «Створи балансуєчий пристрій» (груповий проєкт з елементами інфографіки).

Завдання: кожна група має розробити та сконструювати один із запропонованих об'єктів, використовуючи надані матеріали, що демонструє принципи рівноваги та важелів. Одночасно група розробляє частину інфографіки, що пояснює принцип дії їхнього пристрою.

Варіанти проєктів (на вибір групи):

Ваги-коромисло. Створити функціонуючі ваги-коромисло, що дозволяють порівнювати маси невідомих предметів. Пояснити, як саме вони працюють. (**Обладнання:** картон, шпажки, нитки, клей).

Механічна рука/щипці. Сконструювати простий пристрій, що дозволяє піднімати або переміщувати невеликий предмет на відстані. Пояснити, до якого типу важеля відноситься ваш пристрій. (**Обладнання:** картон, шпажки, скріпки, клей).

Балансуєча скульптура/мобіль: створити кінетичну скульптуру з кількох елементів, що знаходяться в рівновазі. Пояснити, де знаходяться центри мас та точки опори для досягнення балансу. (**Обладнання:** картон, нитки, шпажки, пластилін/клей). Опція з 3D-принтером: Якщо є час та можливість, можна заздалегідь надрукувати складніші елементи для мобілів, які учні потім збиратимуть та балансуватимуть.

Лялька-неваляйка: створити фігуру, яка завжди повертається у вертикальне положення після нахилу. Пояснити, як розподіл маси впливає на стійкість рівноваги. (**Обладнання:** картон, пластилін/вантаж, клей).

Інфографіка: кожна група створює фрагмент спільної інфографіки на великому аркуші паперу (або цифрову). На цьому фрагменті вони мають:

- ✓ намалювати свій пристрій;
- ✓ позначити сили (тяжіння, опори), плечі сил, точку опори;
- ✓ пояснити, до якого типу важеля він належить (якщо це важіль);
- ✓ навести 1-2 приклади застосування подібного принципу в повсякденному житті або техніці (наприклад, людська рука як важіль, відкривачка для пляшок, будівельний кран).

Додаткові ідеї для інфографіки:

Типи важелів: візуальне представлення важелів 1-го, 2-го та 3-го роду з прикладами з життя.

Види рівноваги: графічне пояснення стійкої, нестійкої та байдужої рівноваги.

Центр мас тіла: Що це таке і як його знайти (прості приклади).

Баланс в природі та техніці: Ілюстрації тварин, рослин, механізмів, що використовують принципи балансу.

V. Презентація та рефлексія (5-7 хвилин)

«Галерея інженерних рішень» (презентація та обговорення):

Кожна група коротко (1-2 хвилини) презентує свій винахід, демонструючи його роботу та пояснюючи, які принципи рівноваги та важелів вони застосували.

Групи обмінюються своїми фрагментами інфографіки, створюючи спільний постер «Фізика балансу навколо нас».

Питання для рефлексії:

Де ще, крім ваших проєктів, ми зустрічаємося з важелями та балансом у житті? (Відкривачка для пляшок, ножиці, тачки, гойдалки, ваги, дверні ручки, суглоби людини, будівельні крани, рівновага велосипедиста, стійкість будівель).

Як знання про центр мас і важелі можуть допомогти в реальному світі? (Наприклад, при транспортуванні вантажів, проєктуванні будівель, спортивних тренуваннях, дизайні меблів).

Проект: «Гравітаційний лабіринт: від віртуального до реального»

Цей формат роботи на два заняття, дозволить учням пройти повний цикл STEM-проєкту: від ідеї та цифрового моделювання до фізичного втілення та тестування, що значно поглибить їхнє розуміння фізичних принципів та розвине критично важливі навички.





Заняття 1. Проектування та 3D-моделювання гравітаційного лабіринту (з використанням 3D-принтера)

Основна мета: застосувати знання з фізики для проектування лабіринту в цифровому форматі, використовуючи принципи 3D-моделювання.

Обладнання: ноутбуки/планшети з доступом до інтернету та встановленим (або веб-орієнтованим) програмним забезпеченням для 3D-моделювання (наприклад, TinkerCAD – ідеально для початківців, Fusion 360 – для більш досвідчених, SketchUp Free); проектор для демонстрації етапів моделювання та прикладів; 3D-принтер; металева або скляна кулька для тестування в майбутньому (учні мають знати розмір кульки, під яку проєктують); лінійки, папір, олівці для початкових ескізів.

Хід заняття

Блок 1. Вступ та аналіз (10 хвилин)

«Згадуємо баланс»

Коротке повторення: гравітація, центр мас, рівновага, тертя. Як ці поняття впливають на рух об'єктів?

Демонстрація. Показати відео з прикладами гравітаційних лабіринтів. Обговорити, які фізичні принципи задіяні.

Питання: Як ми можемо керувати рухом кульки, лише змінюючи нахил поверхні? Які сили будуть впливати на її рух?

Інженерний виклик «Віртуальний лабіринт»

Завдання для груп (3-4 учні): створити цифрову 3D-модель гравітаційного лабіринту в обраній програмі для моделювання.

Критерії успіху моделі:

- ✓ Має чіткий старт і фініш.
- ✓ Містить мінімум 3-4 унікальні перешкоди/елементи (наприклад, повороти, тунелі, перепади висот, «пастки» – елементи, де потрібно зменшити швидкість).
- ✓ Має бути спроектований для конкретного розміру кульки.
- ✓ Технічна здійсненність для 3D-друку (унікати нависаючих елементів без підтримки, мінімальна товщина стінок).
- ✓ До кінця уроку отримати готову 3D-модель, яку можна буде відправити на друк.

Блок 2. Проектування та 3D-моделювання (30 хвилин)

«Мозковий штурм та перші ескізи» (5 хвилин)

Кожна група на папері накидає ідеї та схему свого майбутнього лабіринту. Вирішує, які перешкоди хотіли б інтегрувати.

«Освоєння 3D-моделювання» (25 хвилин)

Вчитель робить коротку демонстрацію (5-7 хв) основних функцій обраної програми 3D-моделювання (створення форми, витягування, вирізання, групування об'єктів).

Групи переходять до роботи за комп'ютерами.

Завдання: Створити основу лабіринту (прямокутна пластина), потім додати стінки та перешкоди, використовуючи різні інструменти моделювання.

Фізичний аспект:

- ✓ Як забезпечити достатню ширину доріжок для кульки?
- ✓ Як зробити схили, щоб кулька котилася, але не надто швидко?
- ✓ Де розмістити «пастки», щоб кулька там зупинялася, вимагаючи точного нахилу?

STEM-елемент: технології (використання програмного забезпечення), інженерія (проектування структури), математика (розміри, кути, координати).

Порада: Учитель постійно надає допомогу та консультації групам. Можливо, варто мати заздалегідь підготовлені прості шаблони основи, щоб учні могли зосередитися на дизайні стінок.

Блок 3. Збереження та підготовка до друку (5 хвилин)

«Збережи свій винахід» (Практична робота):

Кожна група зберігає свою 3D-модель у форматі STL.

Учні відправляють файли вчителю для подальшого друку на 3D-принтері. Домашнє завдання (між уроками):

Вчитель друкує 3D-моделі лабіринтів груп.

Учні можуть подумати, як вони будуть тестувати свій лабіринт на наступному уроці та які фізичні принципи вони зможуть спостерігати.

Заняття 2. Конструювання та тестування гравітаційного лабіринту (з підручних матеріалів та 3D-друкованих елементів)

Основна мета: побудувати фізичну модель лабіринту, використовуючи як підручні матеріали, так і 3D-друковані елементи, тестувати її та аналізувати результати.

Обладнання: надруковані на 3D-принтері моделі лабіринтів.

Підручні матеріали: основа: щільний картон, пінокартон (розмір, як у 3D-моделей з 1 уроку).

Матеріали для стінок і перешкод: картон (різної щільності), дерев'яні шпатель/зубочистки, пластикові трубочки, пластилін, нитки.

Інструменти: клей (ПВА, гарячий клей-пістолет), ножиці, канцелярський ніж, лінійки, олівці, кулька для лабіринту.

Хід заняття

Блок 1. Підготовка та вибір конструкції (10 хвилин)

«Оживляємо моделі»

Вчитель роздає групам їхні надруковані 3D-моделі. Якщо моделі не друкували, групи отримують свою базу з картону та свої ескізи.

Питання:

- ✓ Які фізичні принципи ми будемо спостерігати під час руху кульки?
- ✓ Як ми можемо маніпулювати цими принципами (гравітація, тертя)?

«Вибір стратегії будівництва» (Групове обговорення)

Кожна група вирішує, як вона буде реалізовувати свій проєкт:

Варіант А (з 3D-друком)

Якщо надрукована вся основа лабіринту, учні можуть додавати додаткові елементи з підручних матеріалів, декорувати, або, якщо були надруковані лише окремі елементи, прикріплювати їх до картонної основи.

Варіант Б (лише підручні матеріали)

Групи створюють весь лабіринт з нуля, використовуючи картон та інші матеріали відповідно до своїх ескізів.

Блок 2. Конструювання та тестування (25 хвилин)

«Майстерня інженера» (Практична робота в групах)

Групи починають будівництво своїх лабіринтів.

Акцент на фізиці під час будівництва

Кути нахилу: Як зробити, щоб кулька не застрягала, але й не вилітала? Експериментувати з висотою стінок та нахилом доріжок.

Центр мас: Якщо є рухомі елементи (наприклад, міст, що коливається), як їх розташування центру мас вплине на стабільність і функціональність?

Тертя: Подумати про гладкість поверхні (наприклад, використання гладкого картону, або обклеювання фольгою для зменшення тертя).

Стійкість конструкції: Забезпечити міцність, щоб лабіринт не розвалювався під час гри.

Тестування: Постійно тестувати лабіринт, запускаючи кульку. Вносити зміни та доопрацьовувати дизайн (наприклад, змінювати висоту стінок, кути поворотів, додавати або прибрати перешкоди).

Блок 3: Презентація та рефлексія (10 хвилин)

«Демонстрація винаходів» (Презентація)

Кожна група демонструє свій фізичний гравітаційний лабіринт. Один з учасників запускає кульку, намагаючись провести її від старту до фінішу.

Пояснення від учнів.

✓ Які фізичні принципи (гравітація, тертя, рівновага, центр мас) вони враховували при проектуванні та будівництві.

✓ Які інженерні виклики їм довелося подолати (наприклад, як забезпечити плавність переходів, щоб кулька не випадала).

✓ Які елементи лабіринту були найскладнішими/найцікавішими в реалізації.

Навести 1-2 приклади застосування подібних принципів у реальному світі (наприклад, американські гірки, системи транспортування вантажів на заводах, іригаційні системи).

STEM-підсумок (Обговорення)

✓ Як поєдналися наука (фізика), технології (3D-друк, інструменти), інженерія (проектування та будівництво) та математика (розміри, кути) у цьому проєкті?

✓ Що нового ви дізналися про фізику балансу та руху?

✓ Як ці знання можуть бути корисними у вашому повсякденному житті або у майбутній професії?

ЕКСПЕРЕМЕНТ. Центр мас і його вплив на стійкість

Мета експерименту. Визначити центр маси сірникової коробки кількома способами та зрозуміти, від чого він залежить.

Обладнання: 2–3 сірникові коробки (порожні, напівзаповнені, повні); лінійка; олівець; шило або голка; міцна нитка; штатив; малярний скотч; маркер.

Хід експерименту:

Крок 1: Для порожньої коробки

✓ За допомогою голки зробіть отвір у верхньому лівому кутку коробки.

✓ Прив'яжіть нитку та підвісьте коробку.

✓ Дочекайтеся стабільного положення коробки — вона розташується так, щоб центр маси був точно під точкою підвісу.

✓ Проведіть подумки (або за допомогою нитки з вантажем) вертикальну лінію вниз — вона проходить через центр маси.

✓ Повторіть те саме, проколовши інший кут.

✓ Точка перетину двох ліній — точний центр маси коробки.

Крок 2: Для заповненої коробки

✓ Покладіть у коробку різні предмети (монетки, гайки, гудзики тощо), але несиметрично.

✓ Повторіть ті ж самі дії для нової маси.

✓ Порівняйте, як зміщується центр маси залежно від розподілу ваги.

Аналіз:

Центр маси зміститься в бік додаткового вантажу. Порівняйте результати з попередніми для однорідного куба.

Обговорення та висновки:

Як знання центра маси використовують у техніці, спорті, архітектурі?

Запропонувати учням:

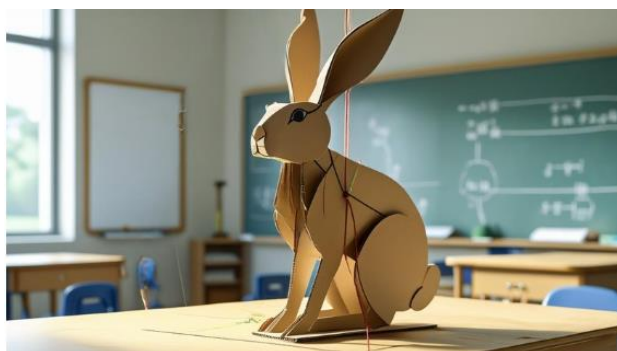
✓ визначити центр маси нерівномірно заповненого пеналу;

✓ придумати «нестандартний спосіб» визначення центра маси будь-якого предмета.

ЕКСПЕРИМЕНТ. Визначення центра маси тіла неправильної форми

Мета: практично з'ясувати як розподіл маси впливає на стійкість об'єкта.

Матеріали: Об'єкт неправильної форми (наприклад, вирізана з картону фігура - заєць); шнурок або нитка; олівець; лінійка; підвісна точка (наприклад, штатив або гачок).



Крок 1. Виконання експерименту.

Закріпіть об'єкт на шнурку так, щоб він вільно висів.

Підвісьте об'єкт за одну з його точок на штативі або гачку.

Дайте об'єкту заспокоїтися, поки він не перестане розгойдуватися.

За допомогою олівця, накресліть лінію вздовж шнурка на об'єкті, що показує вертикальну лінію.

Підвісьте об'єкт за іншу точку.

Повторіть процедуру, накресливши ще одну лінію.

Точка перетину цих ліній на об'єкті є центром маси.

Крок 2. Перевірка результату.

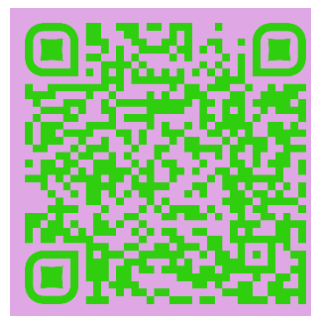
Для перевірки, чи правильно визначено центр маси, спробуйте підвісити об'єкт за знайдений центр. Він повинен залишатися в рівновазі в будь-якому положенні.

Пояснення:

Цей експеримент демонструє, як можна визначити центр маси тіла навіть неправильної форми, використовуючи прості фізичні принципи. Він дає можливість зрозуміти, як розподіл маси впливає на стійкість об'єкта.

Презентація. Рівновага і важелі: фізика балансу

ПІДКАЗКА



МОДУЛЬ 6. РОБОТА, ЕНЕРГІЯ, ПОТУЖНІСТЬ

Тема. Визначення та порівняння потужностей учнів класу під час лазіння по канаті.

Обладнання: терези напольні, метр, секундомір, канат.

Хід роботи

1. Виміряти масу учасників експерименту за допомогою напольних терезів та визначити вагу за формулою $P = mg$, Н.

2. Визначити час t , с підйому по канату.

3. Виміряти висоту h , м каната.

4. Обчислити потужність за формулою

$$N = \frac{Ph}{t}, \text{ Вт.}$$

5. Результати вимірювань і обчислень занести до таблиці



№ учасника	Маса $m, \text{кг}$	Вага $P, \text{Н}$	Час $t, \text{с}$	Висота $h, \text{м}$	Потужність $N, \text{Вт}$

6. Побудувати стовпчасту діаграму порівняння потужностей учасників експерименту.

Додаткове завдання

Обчислити потужність, яку розвиває коник-стрибунець. Час стрибка взяти 0,2 с, врахувавши те, що коник масою 1г стрибає на висоту 0,5 м.

7. Зробити висновок.

Робота залежить тільки від маси та висоти підйому. Потужність залежить ще й від часу, тому для точного розрахунку потрібно знати, за скільки секунд учень долає відстань у м по канату.

ПРОЄКТ

«Вивчення природних умов та визначення регіонів України,
найпридатніших для будівництва ГЕС та ВЕС»



Мета проєкту: узагальнити набуті знання про закон збереження енергії, показати застосування закону, домогтися повнішого розуміння законів природи.

Обладнання: фізична та кліматична карта України.

Завдання.

- ✓ Використовуючи Інтернет, додаткову літературу знайти інформацію про кількість та види річок в Україні.
- ✓ Проаналізувати фізичні умови та встановити, які регіони країни найпридатніші для будівництва ГЕС.
- ✓ Встановити переваги та недоліки ГЕС.
- ✓ Проаналізувати фізичні умови та встановити, які регіони країни найпридатніші для будівництва ВЕС.
- ✓ Встановити переваги та недоліки ВЕС.
- ✓ Висновок про доцільність використання ГЕС та ВЕС.

Теоретична частина

- ✓ Що таке енергія води та вітру?
- ✓ Які є види річок, їх утворення, швидкість руху води в них?
- ✓ Як працює ГЕС?
- ✓ Які переваги та недоліки мають ГЕС?
- ✓ Що таке вітер? Як використовували енергію вітру в давнину?
- ✓ Як працює ВЕС? Які її переваги та недоліки? Кількість працюючих в Україні.
- ✓ Ю.Кондратюк – піонер будівництва ВЕС в нашій країні.

На території України налічують 73 тисячі річок. Залежно від ухилу річки бувають рівнинні та гірські. Гірські річки значно вужчі за рівнинні і швидкість води в них велика, а отже і кінетична енергія води велика, що дає можливість перетворити її в електричну.

У сучасних ГЕС вода з великою швидкістю спрямовується на лопаті турбіни (демонструється модель турбіни). Від турбіни механічна енергія води

перетворюється в електричну. Вода, що втратила швидкість, після роботи стікає тунелем в річку. У світі ГЕС виробляється близько 20% електроенергії.

Переваги ГЕС. Не забруднюють атмосферу; місця з порогами затоплюються, що значно покращує роботу річкового транспорту.

Недоліки ГЕС. Величезна екологічна шкода від затоплення великих площ родючої землі; підйом ґрунтових вод у місцевостях поблизу водосховищ; заболочування територій, розмноження водоростей внаслідок малого водогону і відсутності самоочищення і, як результат – загибель риби та інших мешканців водойм; обвали берегів.

За підрахунками вчених, енергетичний запас вітрів нашої планети у 30 разів перевищує світове споживання електроенергії за рік. Люди завжди використовували силу вітру. До 1917 року майже в кожному другому українському селі були вітряки, а морські перевезення здійснювалися вітрильниками.

На території України перші вітрові електростанції розробляв один з засновників космонавтики Юрій Кондратюк ще у 1930-х роках. Він працював над проектом Кримської вітрової електростанції потужністю 12 МВт, з баштою заввишки 160 м і трилопатеvim пропелером діаметром 80 м. 1937 року на горі Ай-Петрі в Криму почалося будівництво фундаменту станції. Однак у 1938 році будівництво зупинили і більше до проекту не повертались.

Другий етап розвитку вітрової енергетики в Україні розпочався у 1996 році. Саме в цьому році запроектували Новоазовської ВЕС потужністю 50 МВт у селі Безіменне Донецької області. Запрацювала станція аж через 15 років – у 2011 році.

Більшість вітрових електростанцій в Україні знаходиться на узбережжях Чорного та Азовського морів, на території Кримських та Карпатських гір, у Одеській, Херсонській та Миколаївській областях. За даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, ці регіони є найбільше підходять для використання енергії вітру.

Новий етап у розвитку вітроелектростанцій розпочався 2009 року, після запровадження Урядом України «Зеленого тарифу». Це економічний механізм винагороди за генерацію електроенергії із відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Зелену» електроенергію в Україні генерують 34 вітрові електростанції (включно з тими, що знаходяться на окупованих рф територіях). Найбільшими з них є Ботієвська, Приморська, Мирненська, Орлівська, Овер'янівська та Новоазовська ВЕС. Усі ВЕС першої сімки, крім Боївської та Приазовської, ввели в експлуатацію у 2019 році.

Ботієвська ВЕС знаходиться біля села Приморський Посад Мелітопольського району Запорізької області. Станція побудована у 2012 році енергетичним холдингом ДТЕК і є найбільшою серед ВЕС в Україні. Станція

складається 64 турбін Vestas V-112 3 МВт кожна, загальна потужність – 200 МВт.

Станція дозволяє знизити шкідливі викиди в атмосферу на 730 тис. т вуглекислого газу. Це порівнюється до викидів 365 тисяч автомобілів.

Приморська ВЕС знаходиться у селі Борисівка Запорізької області. Станція запрацювала у листопаді 2019 року. Будувала станцію компанія Wind Power – дочірня компанія ДТЕК ВДЕ. На ВЕС встановлено 52 вітротурбіни потужністю 3,8 МВт кожна. Висота вежі складає 110 м, а діаметр ротора 137 м. Потужність станції складає 200 МВт.

Мирненська ВЕС знаходиться на землях Мирненської об'єднаної територіальної громади на Херсонщині. Тут на площі 55 га встановлено 35 турбін загальною потужністю 163 МВт. Генерувати станція може близько 574 млн кВт·год енергії щорічно і скорочує викиди на 455 тис. тонн CO₂ щорічно.

Орлівська ВЕС в Приморському районі Запорізької області. Всього Орлівська ВЕС має 26 вітротурбін V126 компанії Vestas потужністю 3,8 МВт. Висота вежі складає 112 м, а діаметр ротора – 126 м.

Новотроїцька ВЕС знаходиться в Новотроїцькому районі Херсонської області. ВЕС складається з 12 вітротурбін V126 потужністю 3,65 МВт кожна та 8 ВЕУ моделі V136 потужністю 3,6 МВт компанії Vestas. Загальна висота кожної вежі 117 м, при цьому розмах лопатей 126 м та 136 м.

Овер'янівська ВЕС знаходиться на Херсонщині в межах Генічеського району. Станцію ввели в експлуатацію у 2019 році. Потужність ВЕС складає 68,4 МВт. Це дає змогу скоротити 210 тис. тонн викидів CO₂ в рік.

Новоазовську ВЕС запроектували ще у 1996 році, запрацювала вона через 15 років. Вона складається 23 вітротурбін потужністю 2,5 МВт кожна, виробником яких є німецька компанія Fuhrlaender AG. Під час проектування і будівництва ВЕС врахували усі вимоги ботаніків, орнітологів, зоологів для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Переваги: навколишнє середовище не зазнає забруднень.

Недоліки: звукове забруднення (шум, гудіння) та загибель пташок, що потрапляють до лопатей вітрогенераторів.

Людство все більше усвідомлює свою відповідальність за збереження навколишнього середовища. Сьогодні існують методи вироблення енергії з відновлюваних джерел.

Практична частина (робота в групах)

Робота з фізичною та кліматичною картами України.

Група 1. Визначає які регіони України найпридатніші для будівництва ГЕС. (Найпридатнішими для будівництва є великі річки. Сумарна потужність ГЕС становить 4700 МВт. На малих річках є 2700 ставків і водоймищ. На них можна побудувати малопотужні ГЕС. В основному це є річки Карпат)

Група 2. Визначає які регіони України найпридатніші для встановлення ВЕС. (В Україні для встановлення ВЕС найкращими є узбережжя Азовського та Чорного морів, озеро Сиваш, степові райони півдня країни)

Презентація напрацювань.

Практична робота: Встановлення добового запасу енергії

Теоретичні відомості

Енергетичні потреби людини передусім задовольняються через споживання їжі. Важливими характеристиками продуктів є їх харчова та енергетична цінність. У підлітковому віці добова енергетична потреба становить в середньому 1600-3200 ккал, для дівчат - 2400 ккал, а для хлопців – 2000 ккал.

При помірній активності енергетична потреба збільшується приблизно на 1000 ккал, а при інтенсивній активності вона зростає майже у 2 рази.

При нормальному функціонуванні підліткового організму добовий запас енергії повинен поповнюватися за рахунок добового раціону, який становить: сніданок – 400 ккал, перший перекус – 200 ккал, обід – 600 ккал, другий перекус – 200 ккал, вечеря – 600 ккал. Всього – 2000 ккал.

Завдання

1. Баскетболіст Тарас у звичайний день витрачає 2700 ккал, а в день тренування 4000 ккал. Витрачену енергію можна швидко поновити за рахунок їжі. Оберіть за Таблицею 1 продукти та їх кількість, складіть денний раціон, щоб поповнити витрачену спортсменом енергію.

2. Переведіть калорійність продукту у кДж, якщо 1 ккал = 4185 Дж.

3. Зробити висновок про те, що енергія – основа функціонування людини.

Таблиця 1. Основні продукти для енергетичного раціону

Продукт	Кількість	Калорійність, ккал
Вівсянка з молоком	150 г	142
Каша гречана з овочами та куркою	200 г	202
Булгур з овочами	200г	281
Твердий сир	50 г	200
Банан	90 г (1 шт.)	84
Авокадо	1шт.	250
Вівсянка з молоком + банан	250, 1 порція	400
Яйце варене м'яке	60 г (1 шт.)	95
Омлет з молоком	150	181
Хліб цільнозерновий	50 (1 шмат.)	118
Паста арахісова	50	298
Паста арахісова на хлібі/фруктах	2 ст. ложки	200
Хліб цільнозерновий з маслом або арахісовою пастою	100 (2 шмат.)	305
Чай чорний з цукром	250	25

Кава американо з молоком	100	46
Смузі банан – ківі	270 мл	178
Смузі з фруктами та йогуртом	300 мл	300
Горіхи волоські	30	216
Печиво вівсяне з родзинками	100 (4 шт.)	346
Фініки сушені	30	90
Курка запечена	150	285
Рис басматі	100	359
Салат овочевий з олією	200	114
Хліб чорний	40 (2 шт.)	80
Компот із сухофруктів	250	75
Суп грибний з картоплею	300	136
Суп гречаний з квасолею та грибами	250	254
Котлета куряча	100 (1 шт.)	222
Макарони з твердих сортів пшениці	200	706
Салат з капусти і огірків	150	52
Салат з оливковою олією	1 порція	150
Енергетичний батончик	40 (1 шт.)	200-250
Йогурт питний	300	143
Макарони з м'ясом	100	215
Макарони з сиром	180	186
Овочі тушковані з курячим філе і печерицями	100	70
Капуста тушкова з м'ясом	100	234
Сирна запіканка з манкою і родзинками	150	301
Кефір	250	150
Печиво на пряженому молоці	11 (1 шт.)	49,9
Шоколад чорний	250	150

Приклад добового раціону спортсмена на 4000 ккал.

Сніданок (900 ккал)

<i>Продукт</i>	<i>Кількість, г/шт.</i>	<i>Калорійність, ккал</i>	<i>Енергет. цінність, кДж</i>
<i>Каша вівсяна з молоком та бананом</i>	<i>250</i>	<i>400</i>	<i>594,3</i>
<i>Хліб з арахісовою пастою</i>	<i>2 шмат.</i>	<i>305</i>	<i>1276,4</i>
<i>Авокадо</i>	<i>0,5 шт.</i>	<i>125</i>	<i>523</i>
<i>Кава американо з молоком</i>	<i>150</i>	<i>69</i>	<i>288,8</i>
			<i>Всього: 899ккал.</i>

Перший перекус(400 ккал)

<i>Продукт</i>	<i>Кількість, г/шт.</i>	<i>Калорійність, ккал</i>	<i>Енергет. цінність, кДж</i>
<i>Смузі банан-ківі</i>	<i>270</i>	<i>178</i>	<i>744,9</i>
<i>Горіхи волоські</i>	<i>30</i>	<i>216</i>	<i>904</i>

Всього: 394 ккал.

Обід (1000 ккал)

Курка запечена	150	285	1192,7
Рис басматі	100	359	1502
Салат з оливковою олією	200	150	627,8
Хліб цілнозерновий	1 шт. штат.	118	493,8
Компот із сухофруктів	250	75	313,9
Печиво на праженому молоці	1 шт.	49,9	208,8
Всього: 1036,9 ккал.			

Другий перекус (400 ккал)

Енергетичний батончик	40 (1шт.)	250	1046
Йогурт	300	143	598,5
Всього: 393 ккал.			

Вечеря (900 ккал)

Макарони з м'ясом	250	537,5	2249,4
Овочі тушковані	100	70	293
Яйце варене м'яке	1 шт.	95	397,6
Сирна запіканка з манкою і родзинками	150	301	1259,7
Всього: 1003,5 ккал.			

Третій перекус (400 ккал)

Кефір	250	150	627,8
Печиво вівсяне з родзинками	3 шт.	259,5	1086
Всього: 409,5 ккал.			

Перетворення ккал у кДж: $1 \text{ ккал} = 4,185 \text{ кДж}$, тоді $142 \text{ ккал} = 142 \times 4,185 = 594,3 \text{ кДж}$

Використані джерела

Інтернет «Таблиця калорійності»

<https://www.tablycjakalorijnosti.com.ua/tablytsya-yizhyi>

Міні – твори.

Завдання: написати есе на тему «Енергія – основа життя людини»

Енергія — основа життя людини

Варіант 1.

Усе, що нас оточує, пов'язане з енергією. Вона — невидима сила, яка приводить у рух світ. Без енергії не було б світла, тепла, руху, життя.

Людське тіло функціонує завдяки енергії, яку ми отримуємо з їжі. Завдяки їй ми ходимо, думаємо, працюємо й мріємо. Наш мозок, м'язи, серце — усе працює безперервно завдяки цій внутрішній силі. Без енергії неможливі навіть прості речі — дихання чи моргання.

Однак сучасна людина також потребує зовнішніх джерел енергії: електрики, палива, сонячного світла. Вони живлять будинки, комп'ютери, транспорт. Саме енергія дозволяє технологіям розвиватися й змінювати життя на краще.

Проте важливо пам'ятати: енергія не безмежна. Людство повинно використовувати її розумно, шукати чисті джерела — сонце, вітер, воду. Це шлях до екологічного й безпечного майбутнього.

Отже, енергія — це не просто сила. Це основа життя, руху, прогресу. Її присутність — дар, який ми маємо цінувати й оберігати.

Варіант 2.

Кажуть, енергія — це основа життя. Але в понеділок о восьмій ранку цю теорію легко спростовує весь 10 клас нашого ліцею. Особливо коли перший урок — фізика.

Я, наприклад, черпаю енергію з трьох джерел: бутерброд з ковбасою, кава з маминого термоса та шкільний дзвінок, який означає перерву. І то не завжди спрацьовує.

Учитель каже, що енергія зберігається, перетворюється і не зникає. Але моя точно зникає після кожного домашнього з алгебри. Хоча... іноді вона дивом з'являється — наприклад, коли йде чутка про контрольну з фізики: організм раптово активується, мозок запускає режим «вижити», а ноги самі несуть до розумного однокласника.

А ще є невідоме джерело енергії — булочка з їдальні. Її вплив не пояснено жодним підручником, але вона рятує більше життів, ніж будь-який фізичний закон.

Отже, енергія — це справді основа життя. Особливо в школі. Особливо перед контрольними. І особливо, коли дуже хочеться спати.

КАЗКА

Незвичайні пригоди Майстра Роботи

А. М. Прип'яло



У одній невідомій країні жив Майстер Робота. У вільні від щоденної праці дні він любив мандрувати країною, відкриваючи незвідані її куточки. Одного разу, прогулюючись лісом, він надібав дивну ділянку. Пеньки віковичних дубів сплелися корінням в щільну кремензу павутину, ніби з останніх сил тримались за землю. А величезні камінні валуни стриміли з-під землі, наче невідомий велетень розкидав їх, як тенісні

м'ячики. А під одним сірим, оброслим мохом каменем, билося серце малюсінького джерельця, ніби промовляючи: «Тут ще є життя!»

Майстру Роботі прийшла геніальна думка: перетворити цей забутий куточок лісу у неймовірний парк відпочинку для малечі.

Маючи деякий золотий запас джоулевалюти майстер взявся за діло. Почувши про велике будівництво, на допомогу прибули далекі і близькі майстрові родичі – Прості Механізми. Можна було спостерігати як Ломи та Лопати вивергали величезні валуни і за допомогою панів Блоків вантажили їх на Ручні Візки. А Пилки, Сокири, Сікатори та Граблі корчували і розчищали дубо-кореневі павутини. Ескаватори та Піднімальні Крани старанно споруджували із каміння невелику загату на струмку від джерела. Незабаром був готовий став, на греблі якого виструнчився водяний млин і щедро дарував навколишнім електрику та освітлення.

Поряд спорудили ще один ставочок, в якому дружно поселились Золоті Рибки.

А там встановлювались гойдалки, майструвались гірки та монтувалась траса зі спусками та підйомами, по якій ніби мурахи, рухались невеликі різнобарвні вагончики...

Одного сонячного ранку Майстер Робота виявив, що його золотоджоулевий валютний запас вичерпався та, обвівши поглядом новостворений парк, він прийшов до висновку, що за рахунок цього запасу лісові хащі змінилися до невпізнанності: тут виросло чудове містечко відпочинку, де дружно рухались, вертілись, гуділи, повзали, гойдались, крутились, крокували, снували туди-сюди різноманітні пристої.

Весело світило сонечко, парк гудів наче вулик, а на гойдалці біля озерця з рибками сидів Майстер Робота та слухав розповідь Золотого Рибка Рибенят про те, як золотоджоулевий валютний запас дивним чином перетворився у неймовірний витвір робочих сил, підтверджуючи фундаментальний характер законів збереження в природі.



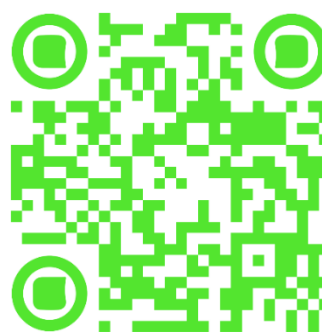
Завдання:

Прочитати казку, відшукати фізичні терміни, що стосуються теми «Робота. Енергія. Потужність» та скласти хмару слів.

Джерела для діяльності



Гра



«Так-Ні»

Завдання: Дайте відповідь «Так»

або «Ні» на запитання, обґрунтуйте.

- ✓ Механічна робота завжди додатна **(ні)**.
- ✓ Якщо вода, налита в посудину і тисне на її стінки, то вона виконує роботу **(ні)**.
- ✓ Піднятий над пеньком колун має запас енергії **(так)**.
- ✓ Енергія деформованого тіла є потенціальною **(так)**.
- ✓ Птах, що летить, має тільки потенціальну енергію **(ні)**.
- ✓ Повна робота завжди більша за корисну **(так)**.
- ✓ Кінетична енергія рівнинних і гірських річок однакова **(ні)**.
- ✓ Режим роботи двигунів, що використовують енергію вітру, однаковий **(ні)**.
- ✓ Цілий сірник розламати легше, ніж його половину **(так)**.
- ✓ Робота вимірюється в тих самих одиницях, що і енергія **(так)**.
- ✓ Потужність можна визначити за формулами $N = \frac{Ph}{t}$, $N = Fv$ **(так)**.
- ✓ Потужність можна виміряти у $\frac{\text{Дж}}{\text{с}}$ та $\frac{\text{Нм}}{\text{с}}$ **(так)**.
- ✓ Картон легше різати кінчиками ножиць, а не їх серединою **(ні)**.
- ✓ Для легшого відкривання дверей ручку слід кріпити подалі від петель **(так)**.
- ✓ Тіла різної маси можуть мати однакову енергію **(так)**.
- ✓ У легкового автомобіля потужніші гальма, ніж у вантажного **(так)**.

- ✓ Робота виконується завжди, коли діє сила **(ні)**.
- ✓ Дальність польоту стріли залежить від пружності тязиви **(так)**.
- ✓ Під час піднімання одного і того ж каменя у воді виконується менша робота ніж на суші **(так)**.
- ✓ Кальмари та медузи не вчили фізику, але використовують її закони **(так)**.
- ✓ Енергія вкладає в роботу силу **(так)**.

МОДУЛЬ 7. ІМПУЛЬС І ЗІТКНЕННЯ

STEM-проект «Стрілецька зброя на озброєнні ЗСУ.

Розрахунок сили віддачі різних видів зброї»

Мета:

навчальна: сформувати знання учнів про стрілецьку зброю, що складаються на озброєнні ЗСУ, сформувати уявлення про силу віддачі різних видів зброї;

розвиваюча: сприяти розвитку раціональних прийомів мислення, аналізу і вміння узагальнювати і використовувати отримані знання на практиці;

виховна: виховувати патріотів України, готових до захисту країни.

Обладнання: комп'ютер, плакати, макети стрілецької зброї (по бажанню), проектор або мультимедіаборд, телефони.

Міжпредметні зв'язки: інформатика, математика, Захист України

Хід уроку

I. Організаційний етап

II. Актуалізація і корекція опорних знань

Розглядаємо ментальну карту за QR-кодом або

Додаток 1

III. Презентація STEM-проектів

Поділити клас на три групи. Кожна група готує проект на певний вид стрілецької зброї, які використовуються ЗСУ:

- ✓ Автомат Калашнікова (АК)
- ✓ Штурмова гвинтівка «Форт-221»
- ✓ Пістолет Макарова (ПМ).

ПЛАН проектів:

1. Історія розвитку даної зброї
2. Конструкція та принцип дії:
 - ✓ Основні частини зброї (ствол, затвор, приціл тощо)
 - ✓ Принцип роботи (механіка пострілу)

✓ Тип боєприпасів

3. Безпека зберігання та використання

Пригадаємо визначення стрілецької зброї та її класифікацію.

(Презентація за QR-кодом)

Стрілецька зброя – ствольна зброя для стрільби кулями або іншими елементами, що вражають. Залежно від джерела енергії для метання вражаючого елемента розрізняють вогнепальну, пневматичну, механічну та електричну стрілецьку зброю.



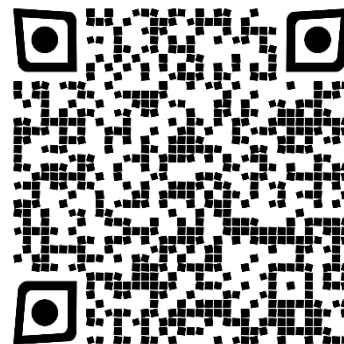
I. Пістолет Макарова (ПМ)

Переглянути відео (за QR-кодом)

Самозарядний пістолет, розроблений конструктором Макаровим. Прийнятий на озброєння у 1951 році. Є особистою зброєю у збройних силах та правоохоронних органах. Маса – 0,73 кг (без патронів). Довжина – 161,5 мм. Патрон 9мм. Магазин – 8 набоїв. Швидкострільність – 30 пострілів/хвилину. Прицільна дальність – 50м. Убивча сила – до 350 м.

II. Штурмова гвинтівка «Форт-221» Переглянути інформацію (за QR-кодом)

Надійна та ефективна зброя, призначена для поразки супротивника на відстані до 500 метрів. Гвинтівка скомпонована за схемою bullpup, що дозволило суттєво скоротити габарити зброї, не зменшуючи довжини ствола. Завдяки корпусу, зробленому з міцного пластику, вдалося значно знизити вагу. Виготовляється під калібри 5,56 та 5,45 мм. Застосовується в СБУ та Нацгвардії. Маса: 3,9 кг. Довжина – 650 мм. Магазин – 30 набоїв.



Темп стрілянини – 1000 пострілів/хвилину (5,56) та 900 пострілів/хвилину (5,45). Початкова швидкість кулі – 900 м/сек (5,56) та 700 м/сек (5,45). Ефективна до роботи у містах, при антитерористичних операціях.

Штурмова гвинтівка «Форт 221»

Виробництво НВО «Форт» МВС України за ліцензією IWI Ltd. (Ізраїль)

Проект штурмової гвинтівки для потреб ЦАХАЛ розроблено в середині 1990-х років Ізраїльським концерном Israel Military Industries (IMI). Розробка отримала назву TAR (Tavor Assault Rifle-21 – штурмова гвинтівка «Тавор» XXI століття) або просто TAVOR. У 2004 році гвинтівка поступила на озброєння силових структур Ізраїлю. В кінці 2009 року кабінет міністрів України видав указ про прийняття на озброєння ліцензійних копій TAR-21, які виробляються на НВО «Форт».

ОРИЄНТОВНА ВАРТІСТЬ 1000 \$

ЕМНІСТЬ МАГАЗИНУ 30 набоїв

КАЛІБР 5,56x45 мм

КОРПУС
Зроблено з композитного матеріалу (ударостійкий пластик армований сталлю), завдяки чому вдалося значно знизити вагу

Модифікації

Форт 221 Штурмова гвинтівка	Форт 221 Штурмова гвинтівка	Форт 224 Штурмова гвинтівка	Форт 224 Пістолет-кулемет
Ліцензійна копія TAVOR® STAR-21 / Commando	Ліцензійна копія TAVOR® STAR-21 / Sniper	Ліцензійна копія TAVOR® MTAR-21 (X95) / Micro	Ліцензійна копія TAVOR® MTAR-21 (X95) / Micro
Калібр 5,56x45 мм	Калібр 5,56x45 мм	Калібр 5,56x45 мм	Калібр 9x19 мм
Загальна довжина 645 мм	725 мм	585 мм	585 мм
Довжина ствола 375 мм	465 мм	330 мм	330 мм
Вага з порожнім магазином 3,9 кг	4,6 кг	3,6 кг	3,5 кг
Початкова швидкість кулі 890 м/с	915 м/с	860 м/с	400 м/с
Ємність магазину 30	30	30	30

СХЕМА BULLPUP
Магазин з набоями знаходиться позаду рукоятки зі спускового гачка, а приклад гвинтівки розміщений на одній осі зі стволом. Центр мас зміщений ближче до плеча бойця. Це дозволяє зменшити загальні габарити зброї при збереженні довжини ствола та вести надточну стрільбу довгими чергами.

Колімаційний приціл
Рейка Пікатіні MIL-STD-1913
Ствол
Спусковий гачок
Рукоятка
Полум'ягасник
Защіпка магазину
Індикатор режимів вогню

БІЛАТЕРАЛЬНІСТЬ
Можливість як право-, так і лівостороннього використання гвинтівки

КАЛІБР 5,56x45 мм
В 2013 році компанія IWI розробила комплекти для переобладнання гвинтівки під радянський 5,56x45 та калібр НАТО – 7,62x51. Гвинтівку «Форт 224» можна перетворити в пістолет-кулемет калібру 9x19 мм (Luger) – за допомогою розширеного комплексу для переобладнання

5,56-45 NATO 7,62-51 5,45-39 9-19 Luger

IV. Практичне завдання

Пригадуємо про закон збереження імпульсу та силу віддачі.

Сила віддачі зброї, також відома як відбій, це імпульс сили, що виникає під час пострілу в каналі ствола і діє у протилежному напрямку до руху кулі. Вона відчувається як поштовх у плече, руку або ґрунт. Величина віддачі залежить від маси зброї, швидкості кулі та маси порохового заряду.

Детальніше:

Причина виникнення:

Під час пострілу порохові гази штовхають кулю вперед, а також створюють тиск на задню частину затвора, що призводить до руху зброї назад.

Характеристики віддачі:

Швидкість віддачі: Зазвичай значно менша за початкову швидкість кулі, пропорційно різниці мас між кулею та зброєю

Енергія віддачі: Залежить від швидкості та маси зброї, що рухається.

Напрямок віддачі: Зазвичай збігається з напрямком осі каналу ствола, але може відхилитися через вплив різних факторів.

Вплив на стрільбу:

✓ Віддача може ускладнювати утримання зброї, особливо при автоматичній стрільбі.

✓ Віддача може впливати на точність стрільби, викликаючи зміни у куті вильоту кулі.

Заходи зменшення віддачі:

✓ Використання компенсаторів віддачі, які змінюють напрямок вихідних газів для зменшення впливу віддачі.

✓ Збільшення маси зброї.

✓ Використання спеціальних прикладів та рукояток, що поглинають частину енергії віддачі.

✓ Правильна техніка стрільби, зокрема правильне утримання зброї та контроль над віддачею.

Демонструємо учням плакат «Сила віддачі» (третій закон Ньютона) та пропонуємо переглянути комікс на невеличку історію «Місія: Віддача»

Закон дії та протидії (Ньютон)



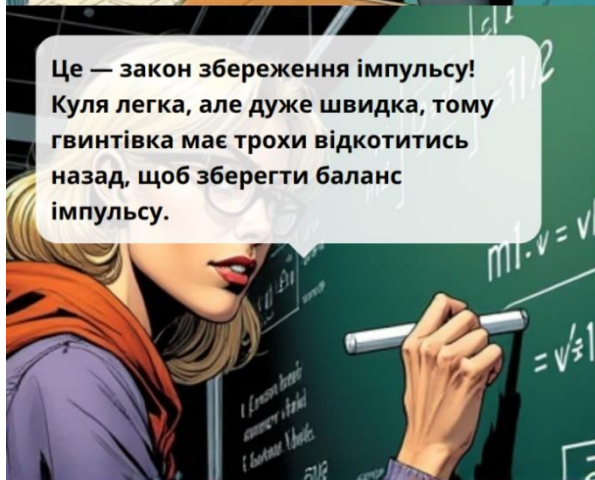


Пані Ірино, а як працює віддача в справжній гвинтівці?

Гарне питання, Максє! А давай покажу це вам на прикладі фізики Ньютона!



Коли куля вилітає з дула з великою швидкістю, гвинтівка відчуває рівну, але протилежну за напрямком силу — це і є віддача.



Це — закон збереження імпульсу! Куля легка, але дуже швидка, тому гвинтівка має трохи відкотитись назад, щоб зберегти баланс імпульсу.



Ніколи не недооцінюй силу віддачі!



Це працює! Навіть у нас модель рухається назад, коли м'яч вилітає!

У світі фізики кожен постріл — це рівняння в дії. І тепер ви знаєте, чому снайпери завжди тримаються міцно!

Кожна група повинна обрахувати силу віддачі, закріпленої за ними, зброї.

$$F\Delta t = \Delta p$$

$$F\Delta t = m\vartheta_1 - m\vartheta_2$$

$$F = nm_k\vartheta$$

n – кількість пострілів за секунду

m_k – маса кулі

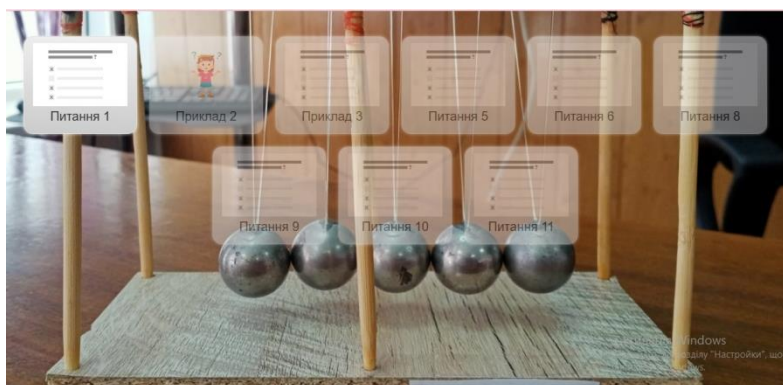
ϑ – швидкість кулі у момент вильоту з дула

Назва зброї	Маса кулі, г	Швидкість вильоту, м/с	К-ть пострілів за час
Пістолет Макарова	6,1	315	30 пострілів за 60 с
Автомат Калашнікова	3,4	900	600 пострілів за 60 с
Гвинтівка «Форт-221»	4	880	900 пострілів за 60 с

V. Рефлексія

Пропонуємо кожній групі пройти квест. Ключем квесту повинне бути фінальне слово. Котра з груп викрикну першою ключове слово, та команда і перемогла.

<https://learningapps.org/view41221413>



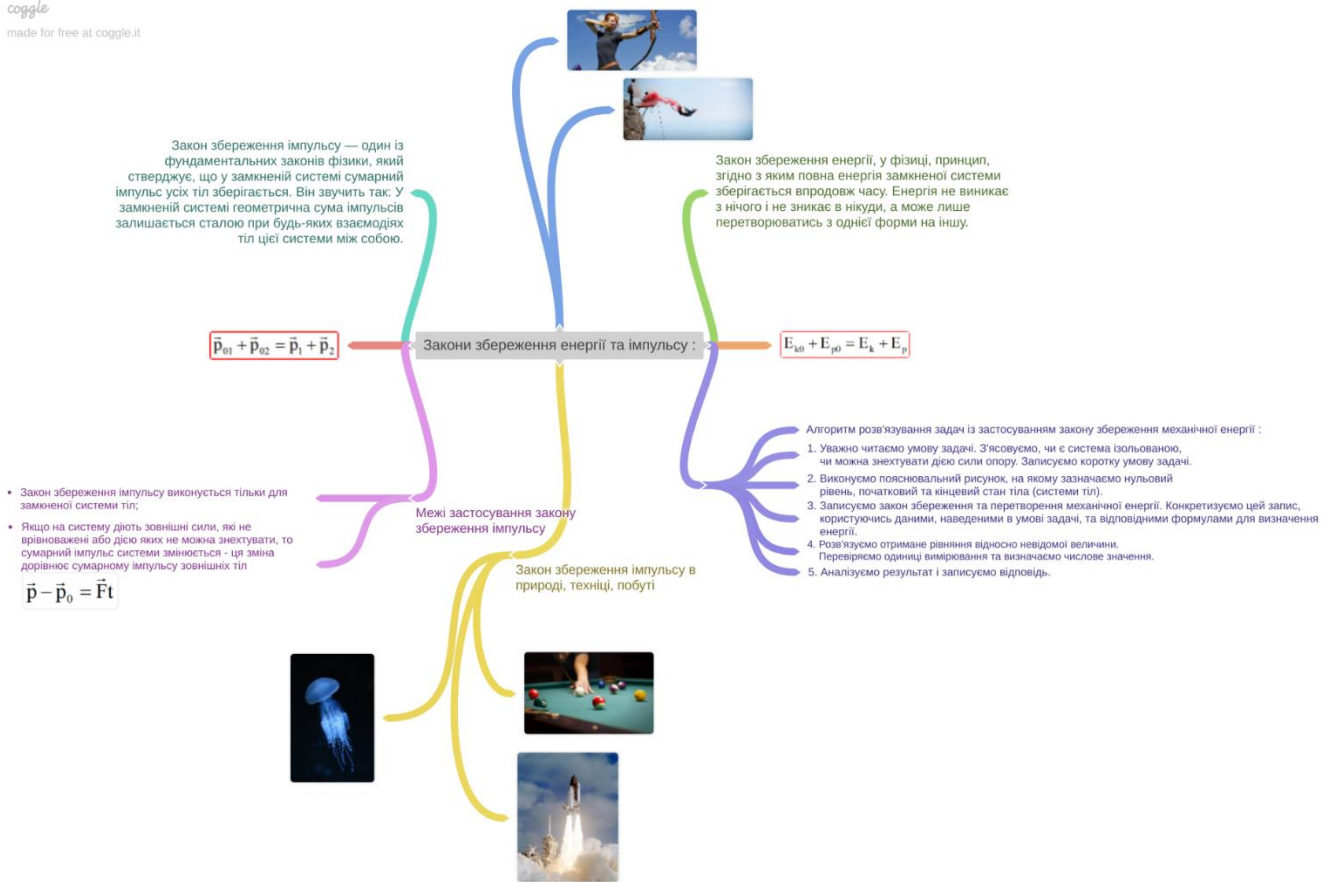
VI. Висновок:

Імпульс — це не лише фізична величина, а й ключ до розуміння взаємодій у світі. Завдяки закону збереження імпульсу ми можемо пояснити рух автомобілів, ефект віддачі у зброї, безпеку в спорті та навіть посадку космічних апаратів.

У повсякденному житті розуміння імпульсу допомагає створювати безпечні технології, ефективні машини й засоби захисту. Це ще раз доводить, що фізика не відірвана від реальності — вона діє навколо нас щомиті.

Сила віддачі - це фізичне явище, яке необхідно враховувати при стрільбі, щоб забезпечити безпеку та точність.

coggle
made for free at coggle.it



ЕВРИСТИЧНА БЕСІДА

Форма роботи: так як учні не поглиблено вивчають фізику, тому евристична бесіда для сприяння активізації навчання на основі картинок із життя.

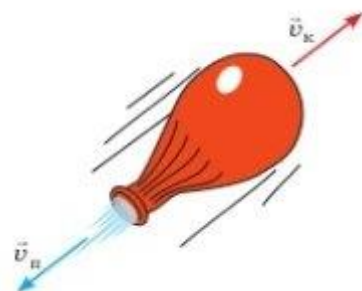
Ресурси: мультимедійне обладнання, презентація, Інтернет

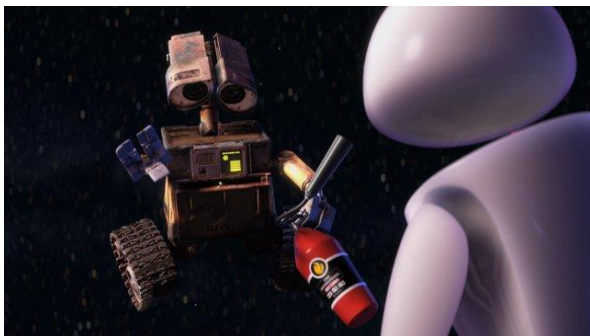
Опис:

✓ можна здобувачам освіти на екран у вигляді презентації чи відео подати картинки чи фото із проявами закону збереження імпульсу, зіткнень, взаємодії тіл та дати навідні запитання;

✓ прочитати казку на цю тему й опрацювати її по порядку, дати відповіді на запитання;

✓ переглянути відео та обдумати побачене.





Запитання до картинок:

- ✓ Чому лебідь, щука і рак не можуть зрушити воза?
- ✓ Завдяки чому рухається кулька?
- ✓ Навіщо роботу Воллі вогнегасник?
- ✓ Завдяки чому обертається балерина та змінює свою швидкість фігуристка?
- ✓ До чого тут імпульс і бокс?
- ✓ Що потрібно знати, щоб вигравати в більярд?
- ✓ Чому важливо притискати рушницю до плеча?
- ✓ Чому при вибухах потрібно падати на землю?
- ✓ Що повинні враховувати пілоти, під час запуску ракет?
- ✓ Як працює флайборд?

Казка про Імпульс, Пружне та Непружне Зіткнення

У далекому-далекому Королівстві Фізики, де закони природи панували над усім, жив був молодий і дуже важливий Принц на ім'я **Імпульс**. Він був особливим, бо ніс у собі таємницю: чим швидше він рухався і чим більшим був, тим сильнішим був його вплив на все навколо. Математично, його велич виражалася як добуток його **маси** на його **швидкість** ($p=mv$). Коли Імпульс зустрічався з іншими об'єктами, він міг передавати частину своєї сили, або ж приймати її від них.



Одного разу Імпульс гуляв по своїх володіннях і зустрів двох сестер, які дуже відрізнялися одна від одної. Перша сестра, **Пружне Зіткнення**, була грайливою і дуже любила відскоки. Вона завжди поверталася до своєї початкової форми після будь-якого дотику, ніби була зроблена з найміцнішої гуми. Коли Імпульс взаємодіяв з Пружним Зіткненням, вони обоє зберігали свою кінетичну енергію, тобто їхня здатність до руху не зменшувалася. Вони просто обмінювалися швидкістю, не втрачаючи жодної іскорки своєї рухливості. Це було схоже на танець, де партнери, торкнувшись, відштовхувалися один від одного, зберігаючи свою грацію та енергію.

«Привіт, Імпульсе!» — вигукнула Пружне Зіткнення, радісно відскакуючи від дерева. «Давай пограємося!»

І вони почали грати в гру, де Імпульс налітав на неї, а вона відскакувала, і вони обоє продовжували рухатися з тією ж «енергією» руху, просто змінюючи напрямок або передаючи швидкість. Це було чудово, бо в їхній взаємодії зберігалися як загальний імпульс, так і загальна кінетична енергія.

Але потім Імпульс зустрів її молодшу сестру, **Непружне Зіткнення**. Вона була набагато спокійнішою, а іноді й трохи... м'якою. Коли щось стикалося з Непружним Зіткненням, воно часто деформувалося, змінювало форму, або навіть злипалося разом. Вона не відскакувала так весело, як її сестра. Коли Імпульс взаємодіяв з Непружним Зіткненням, вони **зберігали загальний імпульс** — адже Імпульс завжди прагнув зберегтися в системі — але **частина кінетичної енергії перетворювалася на інші форми енергії**, наприклад, на тепло або звук. Це було схоже на те, як тісто вдаряється об стіл: воно не відскакує, а просто розплющується, змінюючи свою форму і «втрачаючи» частину своєї здатності до руху.

«Привіт, Імпульсе,» — тихо промовила Непружне Зіткнення, коли він обережно наблизився до неї. «Я не така, як моя сестра. Я не відскакую.»

І вони спробували пограти. Коли Імпульс торкався Непружного Зіткнення, вони часто рухалися далі як одне ціле, або ж просто змінювали свої швидкості таким чином, що їхній загальний рух ставав менш «енергійним». Частина тієї енергії, яка була в їхньому русі, просто зникала, перетворюючись на легке тепло або тихий звук. Це було тому, що під час їхнього зіткнення внутрішні зміни в Непружному Зіткненні «поглинали» частину енергії.

Принц Імпульс зрозумів, що хоча він сам завжди прагнув до **збереження** — його загальна величина в замкнутій системі ніколи не зникала безліч — спосіб його взаємодії з іншими об'єктами залежав від їхньої природи. З Пружним Зіткненням він був як дві ідеальні кульки, що відскакують, зберігаючи всю свою енергію руху. З Непружним Зіткненням він був як два пластилінові шматочки, що злипаються, втрачаючи частину своєї «рухової» енергії на деформацію та інші зміни.

І так, Імпульс продовжив свої мандри Королівством Фізики, розуміючи, що кожна взаємодія, кожне зіткнення, має свої унікальні правила, але одне залишалося незмінним: його власний імпульс завжди прагнув зберегтися, навіть коли енергія перетворювалася з однієї форми в іншу.

Казка про Імпульс тіла, Пружне та Непружне Зіткнення!

У чудовому світі Фізики, де всі явища мали свої закони та правила, жив Принц на ім'я **Імпульс**. Він був дуже могутнім і завжди вимірювався **масою** об'єкта, помноженою на його **швидкість** ($p=mv$). Чим більшим і швидшим був об'єкт, тим більшим був його Імпульс. Принц Імпульс мав особливу властивість: він завжди **зберігався**. Це означало, що в замкнутій системі він ніколи не зникав безслідно, а лише передавався від одного об'єкта до іншого.

Одного сонячного ранку Принц Імпульс вирушив у подорож своїми володіннями. Він дуже любив зустрічати інші об'єкти та взаємодіяти з ними, адже кожна така зустріч була для нього новим досвідом.

Першою, кого він зустрів, була прекрасна і дзвінка принцеса на ім'я **Пружне Зіткнення**. Вона була немов витончена кришталева кулька, що ніколи не деформувалася. Коли Принц Імпульс зіштовхувався з нею, вони обоє відскакували один від одного, неначе у веселому танці. Найдивовижніше було те, що під час їхньої взаємодії **зберігався не лише загальний Імпульс, але й їхня загальна кінетична енергія (енергія руху)**. Це означало, що після зіткнення вони продовжували свій рух з тією ж «життєвою силою», просто змінюючи напрямок або обмінюючись швидкостями. Жодної іскорки енергії не було втрачено! Вони могли зіштовхуватися нескінченну кількість разів, і завжди залишалися такими ж «енергійними».

«Вітаю, Принце Імпульс!» — радісно вигукнула Пружне Зіткнення, підстрибуючи. «Давай обмінємося нашими швидкостями!»

І вони почали грати, постійно відскакуючи, і Принц Імпульс бачив, як його сила передається Принцесі, а потім повертається до нього, зберігаючи при цьому їхню загальну енергію руху.

Але потім Принц Імпульс зустрів іншу принцесу — тиху і трохи загадкову **Непружне Зіткнення**. Вона була схожа на м'який шматочок глини або пластиліну. Коли Імпульс зіштовхувався з нею, вона не відскакувала так весело, як її сестра. Навпаки, вони часто **злипалися разом** і продовжували рух як одне ціле, або ж просто змінювали свої швидкості таким чином, що їхній загальний рух ставав менш «живим».

Принц Імпульс швидко зрозумів, що хоча **загальний Імпульс і тут зберігався**, як і завжди, **частина кінетичної енергії перетворювалася** на щось інше. Ця «втрачена» енергія перетворювалася на тепло, або на звук, або йшла на деформацію самої Непружної Принцеси. Вона не могла повернути свою початкову форму так легко, як Пружне Зіткнення. Її взаємодія була схожа на те, як яблуко падає на землю: воно не відскакує високо, а частина його енергії йде на удар і деформацію.

«Принц Імпульс,» — прошепотіла Непружне Зіткнення, коли він обережно торкнувся її. «Я не така, як моя сестра. Я поглинаю енергію.»

Принц Імпульс зрозумів, що його власна сутність — **збереження імпульсу** — була універсальним законом. Він завжди залишався в системі, неважливо, хто були його співрозмовники. Однак, характер взаємодії, тобто те, що відбувалося з кінетичною енергією, залежав від природи об'єктів. З Пружним Зіткненням енергія руху залишалася незмінною, а з Непружним Зіткненням вона перетворювалася на інші форми.

Відтоді Принц Імпульс завжди пам'ятав, що світ Фізики сповнений дивовижних взаємодій, і кожне зіткнення має свою унікальну історію. А він сам був серцем цих історій, завжди зберігаючи свою могутність.

Запитання до казки:

Що таке імпульс тіла? Формула.

Чим відрізняються пружне і непружне зіткнення?

Сформулювати закон збереження імпульсу. Формула.

Чим важливий закон збереження імпульсу?

Тема. Імпульс і зіткнення

Мета уроку: узагальнити знання учнів про поняття імпульсу тіла; закон збереження імпульсу; пружне і непружне зіткнення; взаємодія тіл у замкнених і незамкнених системах.

Проблемне питання:

✓ Чому можна зупинити м'яч ногою, хоч він летить з дуже великою швидкістю, і чому не можна зупинити потяг, який їде з маленькою швидкістю?

✓ Чому тенісна куля не зашкодить людині, а маленька куля може вбити?

Історична довідка. Поняття імпульсу було введено в фізику французьким вченим Рене Декартом (1596 - 1650 рр), який назвав цю величину «кількістю руху»: «Я приймаю, що у всесвіті ... є відома кількість руху, яка ніколи не збільшується, не зменшується, і, таким чином, якщо одне тіло приводить у рух інше, то втрачає стільки свого руху, скільки його надає»



Казка «Як імпульс мир у Королівстві Руху врятував»

(згенеровано ШІ)

Давним-давно, в чарівному Королівстві Руху жили собі Масенько і Швидкий. Масенько був кремезним і важким, а Швидкий — маленьким, зате рухався блискавично.

Якось вони дізналися про стародавню легенду: «Той, хто з'єднає силу маси й швидкості — отримає велику владу над рухом.»

— Хм, маса й швидкість? — здивувалися друзі.

— Можливо, це про імпульс? — запитав мудрий професор Нью, що жив у палаці Знань.

— Імпульс — це векторна фізична величина, яка дорівнює добутку маси тіла на швидкість його руху ($p = m \cdot v$) — пояснив професор Нью.



— Він визначає, як сильно тіло може вплинути на інше під час зіткнення.

Одного дня в Королівстві сталися збурення — тіла почали неконтрольовано зіштовхуватися, ламаючи все на шляху. Не розуміючи, чому це сталося, мешканці зібралися на раду.

Виявилося, що закон збереження імпульсу було забуто. А це ж головний закон миру в Королівстві! Бо коли двоє тіл зіштовхуються — їхній сумарний імпульс до зіткнення дорівнює імпульсу після. І якщо цей закон порушується — починається хаос.

Щоб усе виправити, Масенько і Швидкий влаштували показове зіткнення:

Коли вони **відштовхнулися одне від одного** на льоду, то покотилися в протилежні боки — саме так, щоб їхні імпульси урівноважувалися.

Всі побачили: навіть якщо **один масивний і повільний, а інший легкий і швидкий**, — разом вони можуть зберігати рівновагу.

А коли прийшов Злющий Ударник і намагався порушити закон, Професор Нью показав, що в **пружному зіткненні** тіла просто відскакують, а в **непружному** — злипаються. Але імпульс усе одно зберігається!

Королівство знову стало мирним. А Масенько, Швидкий і Професор Нью запровадили уроки фізики, щоб ніхто більше не забував про важливість імпульсу.

І жили вони довго, і зіткнення їхні були завжди під контролем.

Мораль казки: У русі важливе не лише «хто» і «куди», а й **як маса поєднується зі швидкістю**. Імпульс — це сила дії та взаємодії, і вивчивши його, ти розумієш, як працює світ!

Інтерактивна гра «Що буде далі?»

Правила:

Учням демонструється ситуація (у відео/малюнках).

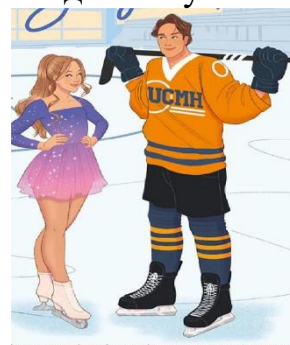
Гравці дивляться відео/малюнки зіткнення, а потім на основі знань про імпульс і закон збереження імпульсу, роблять передбачення, як буде рухатися кожне тіло після зіткнення. Учні повинні передбачити продовження подій та пояснити, чому вони так вважають.

Ковзанка.

Двоє дітей на ковзанці спочатку стояли нерухомо потім відштовхуються одне від одного. Галя має масу 50 кг, Петро — 80 кг.

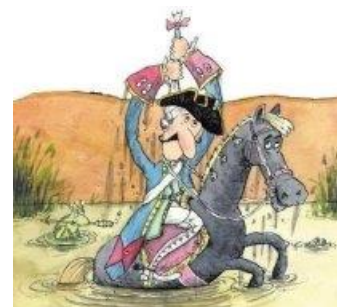
Питання: Що буде далі?

Галя поїде швидше, ніж Петро.



Чому? Імпульси рівні за модулем і протилежні за напрямком. $m_1 v_1 = m_2 v_2$ → Галя, маючи меншу масу, отримає більшу швидкість.

Герой книги Е.Расне барон Мюнхаузен розповідає: «Взявши себе за косичку: я із усіх сил смикнувши уверх в без великого зусилля витягнув із болота і себе, і свого коня, якого міцно стиснув обома ногами як щипцями».



Питання: Пояснити неможливість цього з погляду закону збереження імпульсу.

Перегляньте відео та поясніть чому якщо повільно тягнути аркуш паперу, то візок рухається. Коли ж дуже швидко висмикнути аркуш, візок залишається на місці.



(Взаємодія залежить не тільки від сили, але і від часу її взаємодії, тому для характеристики дії сили ввели спеціальну характеристику – імпульс сили. Імпульс сили – фізична величина, яка описує взаємодію тіл і дорівнює добутку сили на час її дії. Імпульс сили напрямлений так, як і сила, що діє на тіло. Імпульс сили дорівнює зміні імпульсу тіла: $F t = m v - m v_0$)



Багато хто з вас бачив іграшку «коліска Ньютона» — кілька сталевих кульок, підвішених упритул одна до одної.

Якщо першу кульку відвести вбік і відпустити, то остання відхилиться приблизно на такий самий кут, на який було відведено першу кульку. При цьому середні кульки залишаються практично нерухомими. Дію цієї іграшки легко пояснити, якщо скористатися законом збереження імпульсу.

Виконання дослідів використовуючи Phet-симуляцію

Хід роботи:

1. Запустити симуляцію:
2. Оберіть вкладку **Intro** або **2D**
3. **Встановлення параметрів:**
 - ✓ Масу першого тіла (m_1) = 2 кг
 - ✓ Масу другого тіла (m_2) = 1 кг



✓ Швидкість першого тіла $v_1 = 2$ м/с

✓ Швидкість другого тіла $v_2 = -1$ м/с

Тип зіткнення:

✓ Постав повзунок «Elasticity» на 100% — пружне зіткнення.

✓ Проведи дослід.

✓ Запиши до і після значення імпульсів і швидкостей обох тіл.

Повтори дослід для:

✓ Непружного зіткнення (Elasticity = 0%)

✓ Частково пружного зіткнення (наприклад, Elasticity = 50%)

Порівняй суму імпульсів до та після у кожному випадку.

Цікаво знати:



Лайфхак

1. Часто лійка душу, опущена на дно ванни, перевертається під дією струменя води. Як результат, вода тече у всі боки. Натягніть на лійку чисту шкарпетку. Таким чином ви зменшите швидкість струменя води: зменшиться імпульс води — зменшиться імпульс лійки і лійка не буде різко перевертатись.

2. Досить часто імпульс вважають якоюсь штучною фізичною величиною (лише добуток маси на швидкість), але це не так. На відміну від маси та швидкості імпульс тіла може перерозподілятися між тілами під час взаємодії.

3. Реміні безпеки — не просто стрічка

✓ Під час аварії ремінь не дає вашому тілу «зупинитися об лобове скло».

✓ Імпульс вашого тіла при русі великий.

✓ Ремінь розтягується трохи, зменшуючи середню силу гальмування.

Висновок: Ремінь подовжує час дії сили → зменшує навантаження на організм.

4. Професійні спортсмени не просто «б'ють сильно» — вони правильно використовують імпульс. Довгий замах, більша маса ракетки/бити → більший імпульс. При грі в теніс, бейсбол або футбол важливо, скільки моменту імпульсу передається м'ячу. Чим більший імпульс, тим сильніший удар.

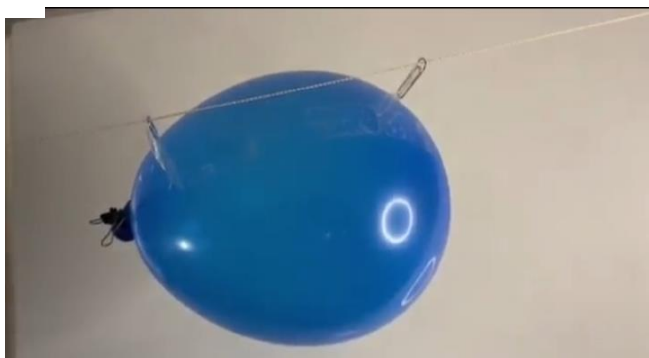
Ідеї для проєктів:

«Чому реміні безпеки рятують життя?» – демонстрація імпульсу при гальмуванні.

«Імпульс у спорті» – дослідження удару по м'ячу, падіння гімнаста, пострілу зі страйкбольної зброї.

Практична робота «ВИВЧЕННЯ РЕАКТИВНОГО РУХУ»

Обладнання: повітряна кулька, скотч, трубочка для коктейлю або дві скріпки, нитка (не менше 1 м), дві учнівські парти, секундомір, електронні ваги, мірна стрічка, затискач.



Порядок виконання

1. За допомогою електронних вагів, виміряємо масу кульки без повітря:

$$m_k = \text{___} \text{ г} = \text{___} \text{ кг}$$

2. Надуємо кульку, притиснемо затискачем, щоб не виходило повітря, знову зважимо. Запишемо масу кульки з повітрям:

$$m = \text{___} \text{ г} = \text{___} \text{ кг}$$

3. Розрахуємо масу повітря в кульці:

$$m_{\text{п}} = m - m_k = \text{___} \text{ кг}$$

4. Скориставшись рисунком, зberi установку для проведення досліду.

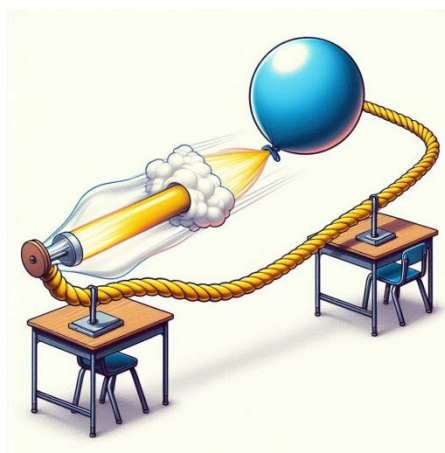
5. Протягніть крізь трубочку нитку та за допомогою скотча прикріпіть надуту кульку до трубочки (або надіньте на нитку дві скріпки і так само прикріпіть до них кульку). Зверніть увагу кулька має вільно ковзати по нитці;

- ✓ закріпіть нитку між двома партами, відстань між якими 1 м;
- ✓ розмістіть кульку ближче до лівої парти;
- ✓ обережно зніміть затискач на кульці та дайте їй змогу вільно рухатися;
- ✓ спостерігайте за рухом кульки.

6. Дайте відповідь на запитання:

- ✓ Чому рухається кулька?
- ✓ Який характер руху?
- ✓ Дайте визначення реактивного руху.
- ✓ Наведіть приклади реактивного руху в природі.

7. Проведемо ще раз даний дослід, фіксуючи час польоту кульки.



✓ Обрахуємо швидкість руку оболонки кульки:

$$t = \quad c, \quad S = \quad \text{см} = \quad \text{м}$$
$$v_k = \frac{S}{t} = \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

✓ Обрахуємо швидкість вильоту повітря з кульки.

Застосовуючи закон збереження імпульсу:

$$0 = p_k - p_{\text{п}}$$

$$p_k = p_{\text{п}}$$

$$m_k \cdot v_k = m_{\text{п}} \cdot v_{\text{п}}$$

$$v_{\text{п}} = \frac{m_k \cdot v_k}{m_{\text{п}}} = \quad \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Аналіз експерименту та його результати

Сформулюйте висновок, у якому зазначте: а) що саме досліджували в даній практичній роботі; б) сформулюйте закон збереження імпульсу та запишіть його формулу; в) які результати отримали.

STEM-проект

«Яєчний виклик: дослідження імпульсу тіла»

Короткий опис: Цей має на меті дослідити поняття імпульсу тіла та сили удару на прикладі падіння сирого яйця. Учні вивчатимуть, як зміна часу контакту при падінні впливає на імпульс і чи можна зменшити силу удару, щоб зберегти яйце неушкодженим.



Мета проекту:

- ✓ Ознайомитися з фізичним поняттям імпульсу тіла та імпульсом сили.
- ✓ Дослідити взаємозв'язок між масою, швидкістю, часом дії сили та наслідками зіткнення.
- ✓ Розвивати навички критичного мислення, експериментування та конструювання захисних пристроїв.

Проблемне питання:

Чому яйце розбивається при падінні, і як це можна запобігти, змінивши імпульс сили удару?

Гіпотеза:

Якщо збільшити час зупинки яйця під час падіння, то сила удару зменшиться, і яйце залишиться цілим.

Матеріали:

- ✓ 1 сире яйце (або кілька для повторів)
- ✓ Матеріали для створення амортизації:
 - вата, губки, пінопласт, солома, пакет з повітрям, м'яка тканина тощо
- ✓ Ножиці, скотч, мотузка, коробки, пластикові стакани — для створення

конструкції

- ✓ Лінійка або рулетка (для вимірювання висоти)
- ✓ Секундомір або телефон (для відеофіксації/таймера)
- ✓ Блокнот або таблиця для запису результатів
- ✓ Серветки для прибирання розбитих яєць (на всяк випадок)

Методика проведення:

Учні вивчають теоретичні основи: імпульс тіла ($p = mv$) та імпульс сили ($Ft = \Delta p$).

Розробляють конструкцію, яка пом'якшить падіння яйця з певної висоти.

Кожна команда буде свій «захисний контейнер» для яйця.

Яйця кидають із фіксованої висоти (наприклад, 1–2 метри).

Фіксують, чи розбилося яйце, час падіння та інші дані.

Аналізують результати, порівнюють ефективність конструкцій, обчислюють приблизні значення імпульсу.

Очікувані результати:

Учні розуміють, як час впливає на силу при зміні імпульсу.

Визначають ефективні способи зменшення сили удару при падінні.

Розвинути навички планування, командної роботи та творчого підходу до вирішення задач.

Міжпредметні зв'язки:

Фізика: імпульс, сила, час, швидкість

Математика: розрахунки швидкості, часу, імпульсу

Інженерія: проєктування амортизуючих конструкцій

Технології та дизайн: використання різних матеріалів і технік конструювання

Матеріал для учнів:

ІНСТРУКЦІЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Мета: вивчити, як імпульс сили впливає на руйнування тіла (яйця) при падінні, та з'ясувати, як можна зменшити силу удару шляхом збільшення часу контакту.

Матеріали:

- ✓ 1 сире яйце (або кілька для повторів)
- ✓ Матеріали для створення амортизації:
 - вата, губки, пінопласт, солома, пакет з повітрям, м'яка тканина тощо
- ✓ Ножиці, скотч, мотузка, коробки, пластикові стакани — для створення

конструкції

- ✓ Лінійка або рулетка (для вимірювання висоти)
- ✓ Секундомір або телефон (для відеофіксації/таймера)
- ✓ Блокнот або таблиця для запису результатів
- ✓ Серветки для прибирання розбитих яєць (на всяк випадок)

Підготовка до експерименту:

Ознайомся з теорією:

Згадай, що імпульс тіла — це добуток маси на швидкість ($p = mv$), а імпульс сили — $Ft = \Delta p$.

При зменшенні сили удару можна зменшити ушкодження тіла.

Постав гіпотезу:

Наприклад: «Якщо яйце зупиниться поступово, то воно не розіб'ється».

Зрозумійте проблему та визначте вимоги

Висота падіння: З якої висоти буде падати яйце? Це ключовий параметр, що впливає на кінетичну енергію та необхідну міцність конструкції.

Тип яйця: Зазвичай використовують сире куряче яйце.

Матеріали: Які матеріали дозволено використовувати? Це можуть бути як природні матеріали (вата, пір'я, солома), так і штучні (пінопласт, гума, пластик).

Розмір та вага конструкції: Чи є обмеження за розміром або вагою?

Умови тестування: Як буде відбуватися тестування (наприклад, на тверду поверхню, під певним кутом)?

Створи захисну конструкцію:

Використовуючи доступні матеріали, придумай контейнер або амортизатор, який погасить силу удару, коли яйце падатиме.

Ефективна захисна конструкція повинна враховувати наступні принципи:

Збільшення часу контакту: Чим довший час, протягом якого яйце сповільнюється при ударі, тим менша сила, що діє на

Цей принцип реалізується за допомогою амортизації.

Розподіл тиску: Сила удару повинна бути розподілена на якомога більшу площу поверхні яйця, щоб уникнути концентрованого навантаження.

Поглинання енергії: Матеріали конструкції повинні ефективно поглинати кінетичну енергію удару.

Запобігання прямому контакту: Яйце не повинно безпосередньо торкатися твердої поверхні.

Ідеї для конструкції

Багатошарова амортизація: Створення декількох шарів з різних матеріалів.

Наприклад:

✓ зовнішній шар: Більш міцний, щоб витримати початковий удар і розподілити навантаження (наприклад, картонна коробка, пластиковий контейнер).

✓ середній шар: М'який і пружний, що поглинає основну енергію (наприклад, пінопласт, пінополіуретан, спінений поліетилен, поролон, гумові смуги).

✓ внутрішній шар (для фіксації): Матеріал, що щільно облягає яйце і запобігає його зміщенню всередині конструкції (наприклад, вата, паперові серветки, поролон, обрізки тканини).

✓ стільникові/решітчасті структури: Легкі та міцні конструкції, які можуть ефективно розподіляти навантаження та руйнуватися контрольовано, поглинаючи енергію (наприклад, з картону, соломинок).

✓ парашут/опір повітря: Якщо дозволяється, використання парашута може значно зменшити швидкість падіння, знижуючи силу удару.

✓ гідравлічна/пневматична амортизація: Використання рідини або повітря для поглинання удару. Це складніша ідея, але вона дуже ефективна. Наприклад, яйце може бути поміщене в контейнер з водою (вода поглинає частину удару).

Пружинні системи: Використання пружин для амортизації удару.

Вибір матеріалів для поглинання енергії:

✓ Пінопласт/пінополістирол: Дуже ефективний, легко формується.

✓ Поролон/губка: Добре амортизує, повертає форму.

✓ Вата, солома, сіно, папір (зім'ятий): Доступні, але менш ефективні для високих падінь.

✓ Повітряні бульбашки (бульбашкова плівка): Повітря є чудовим амортизатором.

Для зовнішнього каркаса:

✓ Картон: Легкий, легко ріжеться та склеюється.

✓ Пластик: Міцніший, але складніший у обробці.

✓ Дерево (тонке): Для створення каркасу.

Дизайн та конструювання

Ескізи: Намалуйте кілька варіантів конструкції, враховуючи принципи захисту.

Розміри: Визначте оптимальні розміри для вашого яйця та обраних матеріалів. Конструкція повинна бути достатньо великою, щоб забезпечити амортизацію, але не надмірною.

Фіксація яйця: Важливо, щоб яйце було надійно зафіксовано всередині конструкції, але без надмірного тиску, який може пошкодити його ще до падіння. Його не повинно «бовтати» всередині.

Збірка: Ретельно зберіть конструкцію, використовуючи клей, скотч або інші кріплення.

Тестування та оптимізація

Почніть з невеликої висоти: Спочатку проведіть випробування з невеликої висоти, поступово збільшуючи її.

Аналіз пошкодження: Якщо яйце розбилось, уважно проаналізуйте, де саме відбулося пошкодження. Це допоможе зрозуміти слабкі місця конструкції.

Модифікація: Внесіть зміни в дизайн або матеріали, щоб покращити його ефективність. Можливо, потрібно додати більше амортизуючого матеріалу, зміцнити каркас або перерозподілити навантаження.

Хід експерименту:

Підготуй місце:

Знайди місце для падіння яйця з висоти 1–2 метрів. Поклади щось підлогу на випадок розбиття.

Вимірй висоту:

Визнач точку, з якої будеш кидати яйце, та зафіксуй висоту у таблиці.

Проведи експеримент:

- ✓ Помісти яйце у свою захисну конструкцію.
- ✓ Кинь конструкцію з визначеної висоти.
- ✓ Спостерігай, чи залишилось яйце цілим.
- ✓ За потреби — зафіксуй це на відео.

Запиши результат:

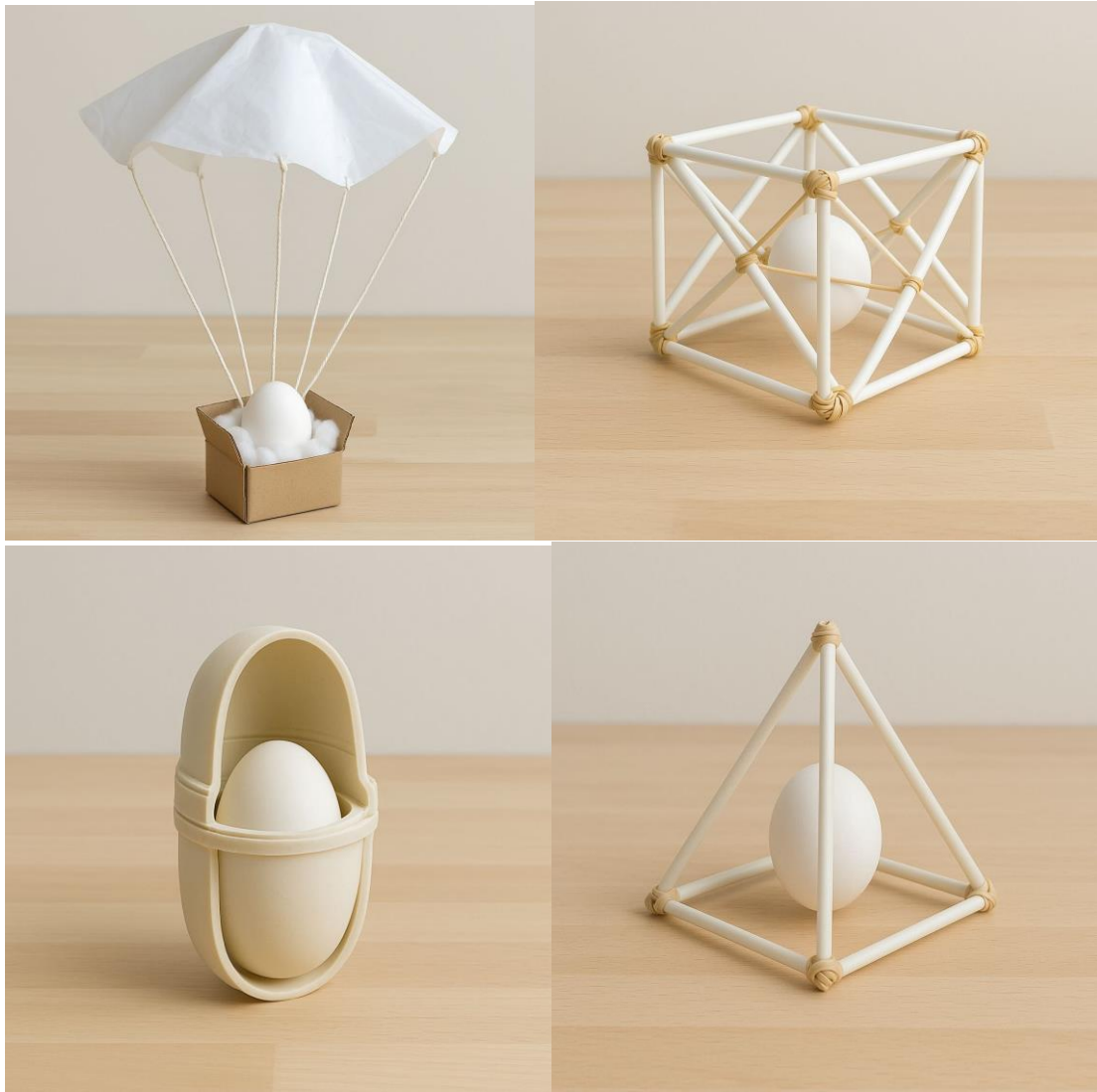
- Чи розбилось яйце?
- Час падіння (за секундоміром або з відео)
- Коментарі щодо роботи конструкції

Повтори з іншими конструкціями:

Проведи ще кілька експериментів з іншими способами пом'якшення удару.

Приклади захисних конструкцій





Таблиця для запису результатів:

	Висота падіння, м	Конструкція	Результат	Час падіння	Примітки
	1	Без захисту	Розбилося		
	1	Вата, пінопласт...	Не розбилося		

Аналіз результатів:

- ✓ У якій конструкції яйце залишилось неушкодженим?
- ✓ Який матеріал найкраще зменшував силу удару?
- ✓ Як збільшення часу зупинки вплинуло на результат?
- ✓ Чи підтвердилась ваша гіпотеза?

Висновок:

- ✓ Що ви дізналися про імпульс і силу удару?

✓ Як це знання можна використати в реальному житті? (Наприклад: подушки безпеки в авто, захисна екіпіровка спортсменів)

МОДУЛЬ 8. ПІДСУМКОВА STEM-ЛАБОРАТОРІЯ: ДОСЛІДЖУЙ РУХ

STEAM-проект: Чи порушує джміль закони аеродинаміки?

Тривалість: 3-5 годин (може бути розбито на кілька сесій)

Мета проєкту:

Дослідити поширене твердження про те, що джмелі нібито порушують закони аеродинаміки, та перевірити його наукову обґрунтованість.

Заглибити знання з основ аеродинаміки, зокрема принципів підйомної сили, аеродинамічного опору та особливостей польоту комах.

Розвинути навички критичного мислення, пошуку та аналізу наукової інформації з різних джерел.

Застосувати математичні знання для розрахунків та порівняння.

Створити інформаційний продукт (відео або презентацію) для пояснення наукової точки зору з цього питання.



Тематичний зв'язок з модулями курсу:

Фізика:

Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя: Сили (підйомна сила, гравітація, опір повітря), рух у рідинах і газах.

Модуль 6. Механічна робота та енергія: Енергія руху (кінетична), робота сили.

Біологія:

Особливості будови тіла комах та їх крил.

Механізми польоту комах.

Математика:

Вимірювання, пропорції, порівняння величин.

Розуміння наукових моделей та їх спрощень.

Технології:

Пошук інформації в інтернеті та наукових базах даних.

Використання програмного забезпечення для створення презентацій або відео.

Мистецтво (Arts):

Візуалізація наукових концепцій (графіка, анімація).

Ефективне представлення інформації.

Завдання:

1. Провести дослідження щодо аеродинаміки польоту комах, зокрема джмелів, використовуючи наукові джерела.
2. З'ясувати, у чому полягає поширений міф про порушення джмелем законів аеродинаміки.
3. Проаналізувати наукові пояснення механізму польоту джмеля, враховуючи особливості будови його крил та рухів.
4. Порівняти характеристики польоту джмеля з класичними аеродинамічними моделями літаків.
5. Створити інформаційний продукт (відео тривалістю до 3 хвилин або презентацію до 10 слайдів), що спростовує міф та пояснює справжню аеродинаміку польоту джмеля, використовуючи візуальні матеріали та наукові факти.

Очікуваний результат: Інформаційний продукт (відео або презентація), що науково обґрунтовує механізм польоту джмеля та спростовує поширений міф.

Послідовність кроків проведення дослідження з орієнтирами для оцінювання (ПРО):

Крок 1: Виявлення проблеми та планування (Приблизно 1 година)

Ознайомлення з міфом: Знайдіть інформацію про поширене твердження: «Джміль літає всупереч законам аеродинаміки». З'ясуйте, у чому суть цього міфу.

ПРО 1.1: *Виявляє та формулює проблему дослідження: існування суперечливої інформації щодо польоту джмеля.*

ПРО 2.1: *Здійснює пошук інформації з різних джерел (популярні статті, інтернет-форуми).*

Формулювання дослідницького питання: Сформулюйте чітке дослідницьке питання, на яке ви будете шукати відповідь.

Приклад: Чи дійсно політ джмеля суперечить законам класичної аеродинаміки, чи існують наукові пояснення цього явища?

ПРО 1.1: *Формулює дослідницьке питання на основі виявленої проблеми.*

Визначення мети та завдань: Визначте мету свого проекту та конкретні кроки (завдання), необхідні для її досягнення.

ПРО 1.2: *Визначає мету дослідження: з'ясувати наукові основи польоту джмеля та спростувати міф.*

ПРО 1.2: *Визначає завдання: пошук наукової інформації, аналіз відмінностей між польотом джмеля та літака, підготовка інформаційного продукту.*

Планування дослідження: Розробіть план дій, включаючи етапи дослідження, джерела інформації, методи аналізу та формат представлення результатів.

ПРО 1.3: *Визначає етапи дослідження (пошук, аналіз, порівняння, створення продукту).*

ПРО 1.3: *Визначає джерела інформації (наукові статті, статті з авторитетних науково-популярних сайтів, відео лекції вчених).*

Крок 2: Збір та аналіз інформації (Приблизно 2 години)

Пошук наукової інформації: Використовуйте різні джерела (інтернет, наукові бази даних, бібліотеки) для пошуку інформації про:

Основи класичної аеродинаміки (підйомна сила, принцип Бернуллі, аеродинамічний опір).

Особливості аеродинаміки польоту комах (махальні крила, вихрові утворення, частота змахів).

Наукові статті та дослідження, що пояснюють політ джмелів.

Порівняння характеристик крил комах та літаків.

ПРО 2.1: *Здійснює пошук інформації природничого змісту з різних джерел.*

ПРО 2.1: *Оцінює надійність джерел інформації (авторитетність авторів, науковість видання).*

Аналіз знайденої інформації: Опрацюйте знайдену інформацію, виокремлюючи ключові факти, наукові пояснення та спростування міфу. Зверніть увагу на відмінності між спрощеними моделями класичної аеродинаміки та складною реальністю польоту комах.

ПРО 2.1: *Аналізує та систематизує знайдену наукову інформацію.*

ПРО 3.1: *Порівнює класичні аеродинамічні моделі з особливостями польоту джмеля.*

Виявлення ключових відмінностей: З'ясуйте, чому спрощені розрахунки, застосовні до нерухомих крил літаків, не повністю описують політ джмеля. Зверніть увагу на роль махальних рухів крил та утворення вихорів.

ПРО 3.1: *Виявляє та пояснює відмінності між аеродинамікою літака та джмеля.*

ПРО 3.3: *Установлює взаємозв'язки між будовою крил джмеля, характером їх рухів та виникненням підйомної сили.*

Крок 3: Застосування математики (Приблизно 1 година)

Порівняння пропорцій: Порівняйте відношення площі крил до маси тіла у джмеля та літака. Чи є суттєві відмінності?

ПРО 4.3: *Застосовує математичні знання (пропорції) для порівняння характеристик.*

Розуміння масштабів: Обговоріть вплив масштабу (розмірів об'єкта) на аеродинамічні явища (число Рейнольдса). Поясніть, чому аеродинаміка на малих масштабах (політ комах) має свої особливості.

ПРО 3.1: *Усвідомлює вплив масштабу на фізичні явища.*

Концептуальні розрахунки (за бажанням): За наявності відповідних даних, можна спробувати провести наближені розрахунки підйомної сили, створеної крилами джмеля, використовуючи спрощені моделі аеродинаміки махальних крил.

ПРО 4.3: *Застосовує математичні формули для наближених розрахунків.*

Площа крил джмеля, $S_{дж}$, m^2	Маса тіла у джмеля, $m_{дж}$, кг	Площа крил літака, S , m^2	Маса літака, $m_{літ}$, кг	$S_{дж}/m_{дж}$, $m^2/кг$	$S_{літ}/m_{літ}$, $m^2/кг$	Порівняйте $S_{дж}/m_{дж}$ та $S_{літ}/m_{літ}$

Крок 4: Створення інформаційного продукту (Приблизно 1.5 години)

Вибір формату: Вирішіть, у якому форматі ви будете представляти свої результати (коротке відео або презентація).

ПРО 2.2: *Обирає форму представлення інформації.*

Розробка сценарію/плану презентації: Складіть план вашого відео або презентації, визначивши ключові повідомлення, візуальні матеріали (фотографії, відео, графіки, анімації) та текстовий супровід.

ПРО 2.2: *Планує структуру та зміст інформаційного продукту.*

ПРО 4.4: *Розподіляє завдання між членами команди (якщо проєкт виконується групою).*

Створення візуальних матеріалів: Підберіть або створіть необхідні візуальні матеріали, що ілюструють будову крил джмеля, особливості їх руху, вихрові утворення та порівняння з крилами літака.

ПРО 2.2: *Добирає та створює візуальний контент.*

ПРО 4.3: *Застосовує творчі навички для візуалізації наукових концепцій.*

Написання тексту/озвучення: Підготуйте стислий та зрозумілий текст або сценарій для озвучення, пояснюючи ключові наукові ідеї та спростовуючи міф.

ПРО 2.2: *Подає інформацію природничого змісту в письмовій або усній формі.*

Монтаж відео/оформлення презентації: Змонтуйте відео, поєднавши візуальні матеріали з текстом або озвученням, або оформіть презентацію, забезпечивши логічну структуру та візуальну привабливість.

ПРО 2.2: *Використовує технології для створення інформаційного продукту.*

Крок 5: Презентація результатів та рефлексія (Приблизно 30 хвилин)

Презентація: Представте свій інформаційний продукт (відео або презентацію) однокласникам або іншим зацікавленим особам.

ПРО 1.5: *Презентує результати дослідження в обраний спосіб.*

ПРО 2.2: *Ефективно комунікує наукову інформацію.*

Обговорення: Проведіть обговорення, відповідаючи на запитання та обмінюючись думками щодо дослідженої проблеми.

ПРО 4.4: *Бере участь в обговоренні, аргументує свою позицію.*

Рефлексія: Проаналізуйте процес виконання проєкту, свої досягнення та труднощі, а також отримані знання та навички.

ПРО 1.6: *Здійснює самоаналіз дослідницької діяльності.*

ПРО 4.5: *Оцінює власну діяльність та внесок у проєкт.*

Необхідні обрахунки:

Порівняння відношення площі крил до маси тіла:

Знайдіть приблизні дані про площу крил та масу джмеля.

Знайдіть аналогічні дані для невеликого літака.

Розрахуйте відношення для обох об'єктів та порівняйте результати.

Розуміння числа Рейнольдса (концептуально):

1. Ознайомтеся з поняттям числа Рейнольдса (Re), яке характеризує співвідношення між інерційними та в'язкісними силами в рідині або газі.

2. З'ясуйте, що для малих об'єктів, які рухаються в повітрі (наприклад, комахи), число Рейнольдса є значно меншим, ніж для великих літаків.

3. Обговоріть, як низьке число Рейнольдса впливає на характер потоку повітря навколо крил та необхідність використання інших механізмів для створення підйомної сили (наприклад, утворення вихорів).

Джерела інформації:

Наукові статті: Шукайте статті в наукових журналах (наприклад, *Journal of Experimental Biology*, *Nature*) за ключовими словами: «bumblebee flight aerodynamics», «insect flight vortices», «Reynolds number insect flight».

Науково-популярні статті та вебсайти:

✓ Статті на таких ресурсах, як *ScienceDaily*, *Phys.org*, *New Scientist*.

✓ Блоги та вебсайти університетів та наукових установ, що займаються дослідженнями в галузі біомеханіки та аеродинаміки.



Відео лекції та документальні фільми: Шукайте відео лекції вчених-біологів та аеродинаміків на YouTube або освітніх платформах. Документальні фільми про природу також можуть містити корисну інформацію.

Книги: Книги з біомеханіки польоту комах або загальної аеродинаміки.

Цей проєкт допоможе учням не лише дізнатися правду про політ джмеля, але й розвинути важливі дослідницькі та комунікаційні навички, а також краще зрозуміти складність та красу природних явищ.

STEAM проект «Перевантаження та Прискорення: Фізика старту та гальмування: Формула-1»

Тривалість: 3-4 години (може бути розбито на кілька сесій)

Мета проекту:

✓ Дослідити фізичні принципи, що лежать в основі прискорення та гальмування автомобілів Формули-1.

✓ Зрозуміти поняття **перевантаження (g-сили)** та його вплив на пілотів та болід.

✓ Застосувати знання з **кінематики, динаміки, сил та енергії** для аналізу цих явищ.

✓ Розвинути навички збору даних (навіть імітованих), їх аналізу, графічного представлення та творчої комунікації.

✓ Створити захопливий інформаційний продукт, що візуалізує та пояснює інтенсивність старту та гальмування Формули-1.

Тематичний зв'язок з модулями курсу:

Фізика:

Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя: Сили (сила тяжіння, сила тертя, сила реакції опори, сила тяги), прискорення, інерція.

Модуль 6. Механічна робота та енергія: Кінетична енергія, робота, потужність, перетворення енергії (кінетична в теплову під час гальмування).

Рух: Рівномірний, рівноприскорений, рівносповільнений рух.

Математика:

✓ Розрахунки (швидкість, прискорення, сила).

✓ Побудова графіків (залежність швидкості від часу, прискорення від часу).

✓ Одиниці вимірювання.

Технології:

✓ Використання програм для моделювання та аналізу даних.

✓ Створення відеоматеріалів або презентацій.

Інженерія:

✓ Розробка систем для забезпечення максимального прискорення та ефективного гальмування.

✓ Матеріалознавство (шини, гальмівні диски).

Мистецтво (Arts):

Візуалізація даних та концепцій.

Створення динамічного та привабливого інформаційного продукту.

Завдання:



1. Провести теоретичне дослідження фізичних принципів, що діють під час старту та гальмування боліда Формули-1: сили тяги двигуна, сила тертя шин з дорогою, сила опору повітря, робота гальмівної системи.

2. Визначити поняття **прискорення, сповільнення та перевантаження (g-сили)**, і пояснити їх взаємозв'язок.

3. На основі реальних або імітованих даних (з відкритих джерел) розрахувати орієнтовні значення прискорення, сповільнення та перевантаження для боліда Формули-1.

4. Створити візуальний матеріал (графіки) для ілюстрації залежності швидкості та прискорення від часу під час старту/гальмування.

5. Розробити та представити інтерактивний інформаційний продукт (відео, презентація, анімована інфографіка), що пояснює фізику старту та гальмування Формули-1, підкреслюючи вплив перевантажень.

Очікуваний результат: Інформаційний продукт, що демонструє та пояснює фізичні аспекти прискорення та гальмування болідів Формули-1, зокрема вплив g-сил.

Послідовність кроків проведення дослідження:

Крок 1: Теоретична підготовка та планування (Приблизно 1.5 години)

Занурення у динаміку Формули-1:

Перегляньте відео старту та гальмування болідів Формули-1 з різних ракурсів (камери на борту, сповільнене відтворення). Зверніть увагу на швидкість реакції пілотів, дим від шин, червоні гальмівні диски.

Подумайте, які фізичні явища відбуваються у ці моменти.

Вивчення фізичних понять:

Прискорення (a): Що це таке? Як розраховується? ($a = \Delta v / \Delta t$).

Сповільнення (від'ємне прискорення): Те саме, але зі зменшенням швидкості.

Сила (F): Закони Ньютона ($F = m \cdot a$). Які сили діють під час старту та гальмування? (сила тяги, сила тертя, сила опору повітря, сила тяжіння).

Перевантаження (g-сили): Що це таке? Як пов'язано з прискоренням? ($g \approx 9.8 \text{ м/с}^2$). Чому це важливо для пілота?

Енергія: Перетворення кінетичної енергії на теплову під час гальмування.

Занотуйте всі визначення та формули.

Збір орієнтовних даних (початковий пошук):

✓ Знайдіть дані про типові показники Формули-1:

✓ Час розгону 0-100 км/год, 0-200 км/год.

✓ Час гальмування зі 100 км/год до 0, з 200 км/год до 0.

✓ Максимальні значення прискорення та сповільнення (часто вказуються в g).

✓ Маса боліда Формули-1 (без палива/з пілотом).

Важливо! Це будуть приблизні дані для розрахунків.

Формулювання гіпотези (за бажанням):

Сформулюйте припущення щодо того, які сили є домінуючими під час старту, а які — під час гальмування.

Приклад: «Під час гальмування основну роль відіграє сила тертя шин та гальмівних колодок, а опір повітря має менший вплив на низьких швидкостях.»

Планування інформаційного продукту:

- ✓ Визначте, який формат ви оберете (відео, презентація, анімована інфографіка).
- ✓ Намалюйте короткий план/сценарій, як ви будете візуалізувати фізичні процеси.

Крок 2: Розрахунки та візуалізація даних (Приблизно 1 година)

Розрахунки прискорення та сповільнення:

Використовуючи зібрані орієнтовні дані про швидкість та час:

Прискорення старту: Розрахуйте середнє прискорення боліда від 0 до 100 км/год (або 200 км/год). Переведіть швидкість у м/с

$$100 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 100 \cdot \frac{1000}{3600}$$

Формула для визначення прискорення

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Прискорення гальмування (сповільнення): Розрахуйте середнє сповільнення при гальмуванні зі 100 км/год до 0 (або з 200 км/год до 0).

Формула для обрахунку

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Розрахунки g-сил:

Переведіть отримані значення прискорення/сповільнення у g-сили, поділивши на прискорення вільного падіння ($g \approx 9.8 \text{ м/с}^2$ або 10 м/с^2 для спрощення).

Формула: g-сили = a/g

Розрахунки сил (за бажанням, для поглибленого розуміння):

Використовуючи розраховане прискорення та масу боліда (m), обчисліть результуючу силу ($F = m \cdot a$), що діє на болід під час старту та гальмування.

	Зміна швидкості боліда від 0 до 100 км/год (або 200 км/год), Δv , м/с	Час руху боліда Δt , с	Прискорення боліда $a = \Delta v / \Delta t$, м/с^2	Перевантаження або g-сила, a/g	Маса боліда m , кг	Результуюча сила $F = m \cdot a$, Н
--	-------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------------------------------------	----------------------------------	----------------------	--------------------------------------

Прискорення старту						
Прискорення гальмування						

Створення графіків:

- ✓ Побудуйте графік залежності швидкості від часу для старту (крива розгону) $\Delta v_{\text{розгону}} (\Delta t)$.
- ✓ Побудуйте графік залежності швидкості від часу для гальмування (крива сповільнення) $\Delta v_{\text{сповільнення}} (\Delta t)$.
- ✓ Побудуйте графік залежності прискорення/g-сил від часу для старту та гальмування $a/g (\Delta t)$.
- ✓ Використовуйте програми, такі як Excel, Google Sheets, або онлайн-інструменти для побудови графіків.

Крок 3: Аналіз результатів та висновки (Приблизно 1 година)

Інтерпретація розрахунків:

- ✓ Які значення прискорення та сповільнення ви отримали? Наскільки вони великі порівняно зі звичайними автомобілями?
- ✓ Які значення g-сил ви розрахували? Як ви думаєте, які відчуття переживає пілот при таких перевантаженнях?

Обговорення сил:

- ✓ Які сили є ключовими під час старту? (Тяга двигуна, сила тертя шин).
- ✓ Які сили є ключовими під час гальмування? (Сила тертя шин, опір повітря, сила гальмівної системи).
- ✓ Як інженери оптимізують ці сили? (Дизайн шин, гальмівні диски, аеродинаміка).

Висновки:

- ✓ Узагальніть свої відкриття щодо фізики старту та гальмування Ф1.
- ✓ Чи підтвердилася ваша гіпотеза?
- ✓ Які основні виклики постають перед пілотами через екстремальні перевантаження?

Крок 4: Створення інформаційного продукту (Приблизно 2 години)

Вибір інструментів: Визначте, які програми або інструменти ви будете використовувати для створення продукту (наприклад, PowerPoint, Google Slides, CapCut, InShot, Canva, Moovly для відео/анімації).

Розробка сценарію/структури:

Захопливий вступ: Відео або фото старту/гальмування, що привертає увагу.

Пояснення понять: Що таке прискорення, сповільнення, g-сили?

Фізика старту: Як болід розганяється? Сили, що діють. Можна використати графік швидкості.

Фізика гальмування: Як болід зупиняється? Сили, що діють. Роль гальмівної системи та аеродинаміки. Графік швидкості.

Вплив g-сил: Як перевантаження впливають на пілота? Можна знайти відео з кабіни пілота під час гальмування/прискорення.

Інженерні рішення: Як інженери Формули-1 долають ці виклики? (Дизайн шин, гальмівні системи, карбон).

Висновок: Підсумок основних ідей.

Створення візуальних матеріалів:

✓ Використовуйте якісні зображення болідів Формули-1, їхніх частин (двигун, гальма, шини).

✓ Інтегруйте створені вами графіки.

✓ Можна додати прості анімації (наприклад, стрілки, що показують напрямок сил).

✓ Знайдіть короткі відеофрагменти (старту, гальмування, POV пілота).

Текст/Озвучення:

✓ Напишіть чіткий, науково обґрунтований, але зрозумілий текст.

✓ Розгляньте можливість озвучення, щоб зробити матеріал більш динамічним.

Монтаж/Оформлення:

✓ Зберіть усі компоненти разом.

✓ Забезпечте плавність переходів, читабельність тексту, відповідність візуального ряду змісту.

✓ Додайте фонову музику (опціонально, без порушення авторських прав).

Джерела пошуку інформації:

Офіційні ресурси Формули-1:

✓ Офіційний канал Formula 1 на YouTube (серії «F1 Explained», «Tech Talk», «Drive to Survive»).

✓ Вебсайт Formula 1 (розділи про технології, правила, статистику).

Науково-популярні ресурси:

✓ «Science of Speed» (серії про фізику спорту).

✓ YouTube-канали, присвячені фізиці та інженерії (наприклад, «SmarterEveryDay», «Veritasium», «Crash Course Physics» – шукайте відео про закони Ньютона, кінематику, енергію).

✓ Науково-популярні статті на сайтах на кшталт Phys.org, Popular Science, Scientific American, BBC Science Focus.

Підручники з фізики: Розділи «Механіка», «Динаміка», «Кінематика», «Робота та енергія», «Сила тертя».

Онлайн-енциклопедії: Wikipedia (статті «Формула-1», «Прискорення», «Гальмування», «G-сила», «Кінетична енергія», «Сила тертя»).

Спеціалізовані блоги/форуми про Формули-1: Часто містять детальні обговорення технічних аспектів та фізики.

Цей проєкт не тільки поглибить ваші знання з фізики, а й дасть можливість відчувати себе частиною захопливого світу високошвидкісних перегонів, де кожна секунда і кожен міліметр мають значення!

STEAM Проєкт: «Секрети аеродинаміка F1»

Тривалість: 3-4 години (може бути розбито на кілька сесій)

Мета проєкту:

Дослідити ключові принципи **аеродинаміки** та їх застосування у світі **Формули-1** для створення **притискної сили**.

✓ Зрозуміти, як інженери **Формули-1** використовують повітряні потоки для підвищення швидкості та стабільності болідів.

✓ Розвинути навички критичного мислення, проведення спрощених експериментів, аналізу даних та творчого представлення результатів.

✓ Застосувати знання з фізики, математики та інженерії для розв'язання практичних завдань.



Тематичний зв'язок з модулями курсу:

Фізика:

✓ **Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя:** Сили (опір повітря, притискна сила, гравітація), тиск, рух.

✓ **Модуль 6. Механічна робота та енергія:** Кінетична енергія, робота сил.

✓ **Основи гідро- та аеродинаміки:** Принцип Бернуллі, ефект Вентурі.

Математика:

✓ Вимірювання, графіки, аналіз даних, пропорції.

✓ Тригонометрія (для кутів атаки).

Технології:

✓ Моделювання, проєктування, будівництво моделей.

✓ Використання вимірювальних приладів.

✓ Створення цифрових презентацій/відео.

Інженерія:

✓ Принципи дизайну, оптимізація, тестування.

✓ Вирішення інженерних проблем.

Мистецтво (Arts):

✓ Естетика дизайну боліда **Формули-1**.

✓ Креативна візуалізація та презентація наукових концепцій.

Завдання:

1. Провести теоретичне дослідження основних аеродинамічних елементів боліда **Формули-1** (переднє та заднє антикрила, дифузор, дно) та їх призначення.

2. Дослідити поняття downforce та «опір повітря» (drag), а також взаємозв'язок між ними.

3. Провести серію спрощених експериментів для демонстрації принципів притискної сили або опору повітря (наприклад, з моделями антикрил, використанням фена).

4. Проаналізувати отримані дані та зробити висновки щодо ефективності різних аеродинамічних рішень.

5. Створити інтерактивний інформаційний продукт (наприклад, коротке відео до 3 хвилин, анімовану презентацію або фізичну модель з демонстрацією) для пояснення секретів притискної сили **Формули-1**.

Очікуваний результат: Інформаційний продукт, що наочно та зрозуміло пояснює принципи створення притискної сили в автомобілях Формули-1.



Послідовність кроків проведення дослідження

Крок 1: Теоретична підготовка та планування (Приблизно 1.5 години)

Занурення у світ Формули-1

Подивіться короткі відео про аеродинаміку Формули-1 (YouTube канали, такі як «F1 Explained», «Chain Bear F1», офіційний канал Формули-1). Зверніть увагу на зовнішній вигляд болідів та їх рух.

Що вас найбільше дивує або цікавить в аеродинаміці **Формули-1**?

Основи аеродинаміки

Пригадайте: Що таке сила тиску, сила опору?

Вивчіть принцип Бернуллі: Як швидкість потоку повітря впливає на тиск?

Downforce: Що це таке і чому вона важлива для боліда Формули-1?

Опір повітря (drag): Що це таке і чому інженери намагаються його зменшити, але не ціною притискної сили?

Кут атаки (angle of attack): Як зміна кута антикрила впливає на притискну силу та опір?

Елементи боліда: Функції переднього антикрила, заднього антикрила, дифузора, «дна» автомобіля.

Занотуйте ключові терміни та їх визначення.

Формулювання гіпотези:

Сформулюйте припущення, як зміна певного аеродинамічного елемента (наприклад, кута нахилу антикрила, форми дифузора) вплине на притискну силу або опір повітря.

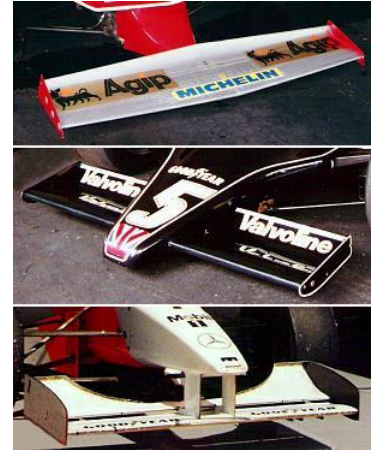
Приклад гіпотези: «Збільшення кута нахилу заднього антикрила збільшить притискну силу, але також збільшить опір повітря.»

Планування експерименту/демонстрації:

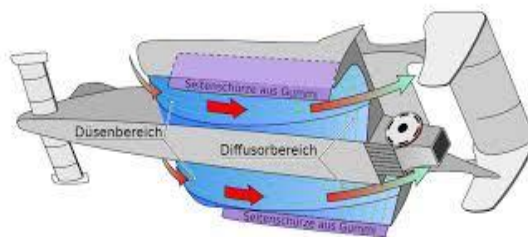
Визначте, який принцип ви будете демонструвати/досліджувати.

Варіанти експериментів (оберіть один або кілька):

Модель антикрила (ДОДАТОК 1): Створіть просту модель аеродинамічного профілю (наприклад, з картону) і дослідіть, як повітряний потік (від фена, вентилятора) впливає на нього при різних кутах. Можна підвісити модель на нитках і спостерігати відхилення.



Ефект Вентурі (ДОДАТОК 2): Продемонструйте, як стиснення повітряного потоку (наприклад, між двома картонними, що імітують дифузор) створює розрідження та «притягує» їх один до одного.



Порівняння опору: Запустіть два однакові предмети різної форми (один обтічний, інший ні) з однаковою початковою швидкістю і порівняйте їхню дальність або час падіння.

Складіть список необхідних матеріалів (картон, ножиці, скотч, клей, фен/вентилятор, лінійка/рулетка, секундомір).

Намалюйте схему вашої установки та послідовність дій.

Крок 2: Виготовлення/Підготовка матеріалів (Приблизно 1,5 години)

Зберіть та підготуйте матеріали згідно з вашим планом.

Створіть модель або підготуйте демонстраційне обладнання.

Наприклад, якщо ви обрали модель антикрила: виріжте профіль крила з картону, зробіть стійку основу, щоб можна було змінювати кут нахилу крила.

Працюйте акуратно, щоб забезпечити точність вимірювань та безпеку.

Крок 3: Проведення експерименту/демонстрації та збір даних (Приблизно 1.5 години)

Налаштуйте експеримент/демонстрацію в безпечному місці.

Проведіть вимірювання/спостереження:

Якщо досліджуєте антикрило:

Закріпіть модель.

Увімкніть фен/вентилятор, направляючи потік повітря на крило. Змінійте кут нахилу крила (кут атаки) і спостерігайте, як це впливає на силу, що діє на крило (наприклад, використовуючи ваги або простий динамометр).

Якщо підвісили на нитках, виміряйте кут відхилення.

Запишіть свої спостереження та дані в таблицю.

Важливо: Проводьте кілька спроб для кожного значення змінної, щоб забезпечити достовірність результатів.

Фіксуйте всі якісні (що ви бачите) та кількісні (вимірювання) дані.

Крок 4: Аналіз результатів та розрахунки (Приблизно 1 година)

Систематизуйте дані: Внесіть усі зібрані дані до таблиці.

Проаналізуйте:

Як зміна кута атаки вплинула на силу (або відхилення)?

Чи відповідають ваші результати принципу Бернуллі?

Чи підтвердилася ваша гіпотеза? Чому так/ні?

Обговоріть можливі джерела похибок у вашому експерименті.

Виконайте прості розрахунки (за можливості):

Якщо вимірювали сили/відхилення, спробуйте побудувати графік залежності сили від кута атаки.

Якщо вивчали опір, розрахуйте швидкість або порівняйте час руху.

Концептуальні пояснення: Поясніть, як отримана притискна сила допомагає боліду «приклеюватися» до траси, дозволяючи йому проходити повороти на високій швидкості.

Крок 5: Створення інформаційного продукту (Приблизно 1.5 години)

Вибір формату: Оберіть формат вашого інформаційного продукту (відео, презентація, анімована модель).

Сценарій/План: Розробіть детальний сценарій або план:

Вступ: Що таке **Формула-1** і чому аеродинаміка важлива? (Захопливий «гачок»).

Пояснення міфу/проблеми (не в цьому випадку, але якщо є міф): Якщо ви спростовуєте поширене помилкове уявлення, коротко поясніть його, а потім переходьте до наукового пояснення.

Наукове пояснення: Принципи притискної сили, Бернуллі, ефект Вентурі. Використовуйте зрозумілу мову.

Ваш експеримент/демонстрація: Покажіть, як ви провели експеримент, які результати отримали.

Висновок: Узагальніть, як аеродинаміка дозволяє болідам **Формули-1** досягати таких високих результатів.

Заклик до дії/Цікавий факт: Завершіть цікавим фактом або питанням для глядачів.

Візуальні матеріали: Підготуйте якісні фотографії, відеоматеріали (можливо, навіть уповільнену зйомку вашого експерименту), схеми, графіки, анімації.

Текст/Озвучення: Напишіть чіткий, лаконічний текст або сценарій для озвучення.

Монтаж/Оформлення: Змонтуйте відео або оформіть презентацію, використовуючи відповідне програмне забезпечення. Переконайтеся, що візуальний ряд підтримує інформацію, а не відволікає від неї.

Джерела пошуку інформації:

Офіційні ресурси Формули-1:

Офіційний канал Formula 1 на YouTube (серії «F1 Explained», «Tech Talk»).

Вебсайт Formula 1 (розділи про технології та правила).

Науково-популярні ресурси:

«Science of Speed» (серії про фізику спорту).

YouTube-канали, присвячені інженерії та фізиці (наприклад, «SmarterEveryDay», «Veritasium» – шукайте відео про аеродинаміку, потік повітря, крила).

Науково-популярні статті на сайтах на кшталт Phys.org, Popular Science, Scientific American.

Підручники з фізики: Розділи «Механіка рідин і газів», «Тиск», «Сили».

Онлайн-енциклопедії: Wikipedia (статті «Аеродинаміка», «Притискна сила», «Формула-1», «Принцип Бернуллі», «Ефект Вентурі»).

Цей проєкт дозволить вам зануритися у захопливий світ високотехнологічних перегонів, зрозуміти, як наука і інженерія працюють разом для досягнення надзвичайної продуктивності, та креативно представити свої знання!

Додаток 1

Модель антикрила та дослідження аеродинаміки

Цей проєкт допоможе вам зрозуміти, як **антикрило** (або спойлер) на автомобілі створює **притискну силу (Downforce)**, «притискаючи» автомобіль до дороги для кращого зчеплення. Ви



створите просту модель і дослідите її поведінку в потоці повітря.

Мета проєкту:

Зрозуміти принцип роботи антикрила.

Дослідити вплив кута атаки на притискну силу та опір повітря.

Застосувати навички конструювання та проведення простих експериментів.

Матеріали:

Для основи: Картонна коробка (від взуття або невелика пакувальна) або щільний пінопласт (приблизно 20x15 см).

Для антикрила: Щільний картон (наприклад, від папки для паперів, не дуже товстий, але міцний).

Для стійок антикрила: Дві соломинки для напоїв, або дерев'яні шпажки, або олівці.

Інструменти: Ножиці, канцелярський ніж (використовувати тільки під наглядом дорослих!), клей (ПВА, гарячий клей або універсальний), скотч, лінійка, олівець.

Вимірювальні прилади: Кутомір (транспортир), мотузка (приблизно 50-70 см), невелика легка кулька (наприклад, для пінг-понгу) або легкий пластиковий стаканчик.

Джерело повітря: Фен (з холодним або теплим, але не гарячим повітрям) або невеликий вентилятор.

Етап 1: Конструювання Моделі Антикрила (Приблизно 1 година)

Підготовка основи:

Візьміть картонну коробку або лист пінопласту. Це буде ваша «машина», до якої кріпиться антикрило. Якщо це коробка, можете обрізати її до потрібного розміру (наприклад, 15x20 см).

Примітка: Основа має бути стійкою і не перевертатися від потоку повітря.

Виготовлення профілю антикрила:

На щільному картоні намалюйте прямокутник розміром приблизно 15 см (довжина) x 5-7 см (ширина). Це буде основна площина вашого антикрила. Акуратно виріжте його.

Мистецтво/Дизайн: Можете трохи зігнути кінці антикрила вгору або вниз (якщо це можливо) для більшої реалістичності, але для початку краще залишити його плоским.

Підготовка стійок антикрила:

Відріжте дві рівні соломинки (шпажки/олівці) довжиною приблизно 5-7 см. Це будуть стійки, які триматимуть антикрило.

З'єднання антикрила зі стійками:

Приклейте або прикріпіть скотчем стійки до країв антикрила, відступивши 1-2 см від кожного краю. Переконайтесь, що вони розташовані паралельно.

Інженерія: Важливо, щоб антикрило було міцно прикріплене до стійок і не «бовталосся».

Кріплення антикрила до основи:

Приклейте або прикріпіть скотчем нижні кінці стійок до основи (картонної коробки). Розмістіть антикрило на одному з коротких країв основи.

Ключовий момент: Стійки повинні дозволяти вам **змінювати кут нахилу** антикрила відносно основи. Якщо клей занадто міцний, використовуйте скотч, щоб можна було відклеювати та переклеювати стійки під різними кутами. Або зробіть невеликі прорізи в основі, куди вставлятимуться стійки, що дозволить змінювати кут. Це може бути найскладнішою частиною, можливо, потрібна допомога дорослих.

Альтернатива для зміни кута: Можна зробити стійки з картону і прикріпити їх до антикрила та основи за допомогою «шарнірів» зі скотчу, а потім підкладати під задній край антикрила невеликі шматочки картону різної товщини, щоб змінювати кут.

Етап 2: Поетапне Дослідження Аеродинаміки (Приблизно 1 година)

Налаштування експериментальної установки:

Поставте вашу модель на рівну поверхню (стіл).

Підготуйте фен або вентилятор. Він буде створювати потік повітря.

Підготуйте кутомір (транспортир).

Дослідження «Притискної Сили» (Downforce):

Початковий кут (0 градусів): Встановіть антикрило так, щоб воно було паралельно поверхні столу (кут атаки 0 градусів).

Експеримент: Направте потік повітря з фена (на відстані 15-20 см) на антикрило.

Що відбувається? Ви помітите, що модель трохи «притискається» до столу, але не сильно.

Зміна кута (позитивний кут атаки): Обережно змініть кут нахилу антикрила, піднявши його передній край трохи вище заднього (наприклад, на 10-15 градусів). Використовуйте кутомір, щоб виміряти кут.

Повторний експеримент: Знову направте потік повітря.

Що ви бачите/відчуваєте? Ви маєте відчуття, як антикрило сильніше «притискається» до столу. Спробуйте легенько підняти модель – вона буде чинити більший опір. Це і є **притискна сила**.

Збільшення кута: Збільшіть кут до 20-30 градусів і повторіть.

Що відбувається? Притискна сила збільшується ще більше.

Фіксація спостережень: Запишіть у зошит, як змінюються ваші відчуття при зміні кута.

Дослідження «Опору Повітря» (Drag):

Підготовка індикатора опору: Приклейте невелику мотузку (15-20 см) до заднього краю основи (з протилежного боку від антикрила). До іншого кінця мотузки приклейте легку кульку або стаканчик так, щоб він вільно звисав. Коли потік повітря потраплятиме на модель, мотузка з кулькою буде відхилятися, показуючи величину опору.

Експеримент з 0 градусів: Встановіть антикрило на 0 градусів. Увімкніть фен і направте його на модель. Спостерігайте за відхиленням кульки. Запишіть спостереження (наприклад, «відхилення невелике»).

Зміна кута (позитивний кут): Збільште кут до 10-15 градусів, потім до 20-30 градусів. Кожного разу направляйте фен і спостерігайте за відхиленням кульки.

Що ви бачите? З кожним збільшенням кута відхилення кульки стає більшим. Це означає, що **опір повітря** також збільшується.

Висновки: Чим більший кут атаки, тим більша притискна сила, але й більший опір повітря. Інженери Формули-1 постійно шукають баланс між цими двома силами.

Дослідження «Підйомної сили» (Lift) – за бажанням, для поглибленого розуміння:

Зміна кута (негативний кут атаки): Обережно змініть кут нахилу антикрила так, щоб його передній край був нижче заднього (наприклад, -10 градусів). Тобто, антикрило «дивиться» вниз.

Повторний експеримент: Направте потік повітря.

Що ви помітите? Модель може трохи «піднятися» або зменшити тиск на стіл. Це ефект **підйомної сили**, подібний до того, що діє на крило літака. Саме тому антикрило називають «перевернутим крилом».

Запис спостережень.

Етап 3: Аналіз та Презентація (Приблизно 0.5 години)

Аналіз результатів:

Розгляньте ваші записи.

При якому куті ви отримали найбільшу притискну силу?

При якому куті опір повітря був найменшим/найбільшим?

Як ці два показники пов'язані?

Висновок:

Сформулюйте висновок: «Ми з'ясували, що антикрило створює притискну силу, коли його передній край піднятий. Чим більший кут підйому, тим більша притискна сила, але й більший опір повітря.»

Поясніть, чому це важливо для гоночних автомобілів.

Презентація:

Підготуйте коротку презентацію своїх результатів (можна на плакаті, або у вигляді короткого відео).

Включіть: Фото вашої моделі, ваші спостереження та висновки.

Поясніть: Як ви проводили експеримент, що ви вимірювали, і що дізналися про **притискну силу** та **опір повітря**.

Мистецтво: Ви можете красиво оформити свій плакат або презентацію, використовуючи малюнки та яскраві кольори.

Поради для успішного виконання проєкту:

Канцелярський ніж використовувати тільки під наглядом дорослих. Фен не повинен бути занадто гарячим.

Переконайтесь, що ваша модель стійка і не перевертається під час експерименту. Можна приклеїти до основи щось важке.

Використовуйте фен/вентилятор на одній і тій же відстані та потужності протягом усього експерименту, щоб результати були порівнянними.

Робіть фотографії на кожному етапі проєкту – це допоможе вам зробити чудову презентацію!

Цей проєкт допоможе вам не лише зрозуміти захопливу фізику аеродинаміки, але й відчувати себе справжнім інженером **Формули-1!**

Додаток 2

Дослідження ефекту Вентурі: Як повітря творить дива

Цей проєкт допоможе вам зрозуміти **ефект Вентурі** – явище, коли швидкість рідини або газу збільшується, а тиск зменшується при протіканні через звужений переріз труби (або простору). Це ключовий принцип у багатьох пристроях, від карбюраторів до пульверизаторів і навіть у будові дифузорів автомобілів **Формули-1**.

Тривалість: 1.5 - 2 години

Мета проєкту:

- ✓ Зрозуміти принцип ефекту Вентурі.
- ✓ Дослідити взаємозв'язок між швидкістю потоку та тиском.
- ✓ Застосувати навички конструювання та проведення простих експериментів.

Матеріали:

Для «труби Вентурі»: 2 аркуші щільного паперу або тонкого картону (формату А4 або А3, бажано гладкі); клей або скотч.



Для демонстрації тиску:

Два легкі аркуші звичайного паперу (наприклад, для принтера) розміром приблизно 5x10 см кожен.

(Опціонально) Тонка смужка фольги (приблизно 2x10 см).

Джерело повітря:

Сухий фен (з холодним або теплим, але не гарячим повітрям). Або насос для надування кульок чи просто ваші легені (для найпростішої демонстрації).

Важливо: переконайтеся, що фен чистий і сухий, щоб уникнути пошкоджень.

Вимірювальні прилади (опціонально, для більш точного дослідження): лінійка, секундомір (для порівняння швидкостей).

Етап 1: Конструювання «Труби Вентурі» (Приблизно 30 хвилин)

Створення базових трубок:

✓ Візьміть один аркуш щільного паперу/картону. Згорніть його в циліндр (трубку) по довгій стороні, щоб утворилася широка трубка діаметром приблизно 5-7 см. Закріпіть скотчем або клеєм. Це буде **широка частина** вашої труби Вентурі.

✓ Візьміть другий аркуш паперу/картону. Згорніть його в циліндр (трубку) по довгій стороні, але зробіть його вузьким – діаметром приблизно 2-3 см. Закріпіть скотчем або клеєм. Це буде **вузька частина** вашої труби Вентурі.

З'єднання частин (оптимально):

✓ Якщо ви хочете зробити більш «професійну» модель, спробуйте обережно вирізати отвори в одній зі сторін широкої трубки та вставити в них вузьку трубку так, щоб вона проходила крізь широку, створюючи «звуження». Закріпіть клеєм або скотчем.

Простіший варіант: Можна просто використовувати дві трубки окремо, або навіть обійтися без «труби», якщо використовувати демонстрацію з двома аркушами паперу (див. далі).

Етап 2: Проведення Дослідів (Приблизно 45 хвилин)

Дослід 1: Фундаментальний ефект Вентурі (з феном та легкою смужкою)

Підготовка:

✓ Тримайте або закріпіть вашу «трубу Вентурі» (широку та вузьку частини, якщо з'єднали) горизонтально.

✓ Або просто візьміть один аркуш щільного паперу/картону та зігніть його навпіл по довгій стороні, щоб утворити U-подібний канал.

Запуск потоку:

✓ Направте сопло фена (на холодному або теплому режимі) у широкий кінець труби (або в початок U-подібного каналу).

✓ Зафіксуйте тонку смужку фольги або легкого паперу (5x10 см) до маленької палички (наприклад, зубочистки або сірника).

Спостереження за тиском:

Крок А: Увімкніть фен. Тримайте смужку **зовні** труби, біля широкої частини та біля вузької частини. Ви побачите, як смужка просто відхиляється від потоку повітря.

Крок Б: А тепер тримайте смужку **біля внутрішніх стінок** труби: спочатку у широкій частині, потім у вузькій частині.

Що відбувається? У вузькій частині труби (там, де потік повітря найшвидший) ви побачите, що смужка **прилипає** до стінок труби або «засмоктується» всередину. У широкій частині цього ефекту не буде.

Пояснення: Це відбувається тому, що у вузькій частині повітря рухається швидше, і за принципом Бернуллі, його тиск стає **нижчим**, ніж тиск повітря ззовні. Цей нижчий тиск «всмоктує» смужку.

Дослід 2: Відштовхування аркушів паперу (простий і наочний)

Підготовка:

✓ Візьміть два легкі аркуші звичайного паперу (5x10 см кожен).

✓ Тримайте їх вертикально, паралельно один до одного, на відстані приблизно 2-3 см.

Запуск потоку:

✓ Піднесіть рот до верхнього краю аркушів і сильно **видихніть** повітря **між** ними.

Що відбувається? Замість того, щоб розлетітися, аркуші **притягуються** один до одного!

Пояснення: Повітря між аркушами рухається дуже швидко, створюючи область низького тиску. Зовнішній тиск повітря (який залишився високим) ніби «приштовхує» аркуші один до одного.

Дослід 3: Левітація кульки (для демонстрації, потребує точності)

Підготовка:

✓ Встановіть фен так, щоб він дув вертикально вгору.

✓ Візьміть легку кульку (для пінг-понгу або легку повітряну кульку).

Запуск потоку:

✓ Обережно покладіть кульку в потік повітря над феном.

Що відбувається? Кулька буде «зависати» у повітрі, навіть якщо її трохи відштовхнути вбік, вона буде повертатися у потік.

Пояснення: Повітря всередині потоку рухається швидше, ніж повітря навколо, створюючи область низького тиску в центрі потоку. Вищий тиск зовнішнього повітря «заштовхує» кульку назад у потік, дозволяючи їй

левітувати. Це також прояв принципу Бернуллі, тісно пов'язаного з ефектом Вентурі.

Етап 3: Аналіз та Презентація (Приблизно 30 хвилин)

Аналіз результатів:

- ✓ Які зміни тиску ви спостерігали в різних частинах «труби Вентурі»?
- ✓ Як ці зміни тиску пов'язані зі швидкістю потоку повітря?
- ✓ Які висновки ви можете зробити з дослідів з паперовими аркушами та кулькою?

Висновок:

- ✓ Сформулюйте основний висновок: «Ефект Вентурі полягає в тому, що коли швидкість потоку рідини або газу збільшується (наприклад, у вузькому місці), тиск цього потоку зменшується.»
- ✓ Обговоріть, де ефект Вентурі застосовується в реальному житті (пульверизатори, карбюратори, авіаційні крила, дифузори Ф1).

Презентація:

Підготуйте коротку презентацію (плакат, слайди або відео) своїх досліджень.

Включіть:

- ✓ Малюнки/фото вашої «труби Вентурі» та інших установок.
- ✓ Опис проведених дослідів.
- ✓ Ваші спостереження та висновки.
- ✓ Пояснення ефекту Вентурі.
- ✓ Приклади застосування ефекту Вентурі у світі (можна знайти картинки чи короткі відео).

Мистецтво: Ви можете використовувати кольорові маркери, схеми зі стрілками для демонстрації потоків повітря та тиску.

Поради для успішного виконання проєкту:

Чітке розуміння: Переконайтеся, що ви чітко розумієте, що чим швидше рух, тим нижчий тиск. Це основа ефекту Вентурі.

Контроль змінних: Під час дослідів намагайтеся змінювати лише один параметр за раз (наприклад, лише швидкість потоку або лише звуження), щоб бачити, як це впливає на результат.

Записуйте: Записуйте всі свої спостереження – навіть ті, які здаються незначними.

Будьте креативними: Якщо якісь матеріали недоступні, подумайте, чим їх можна замінити. Головне – це розуміння фізичного принципу.

Цей проєкт не тільки допоможе вам зрозуміти цікавий фізичний феномен, але й покаже, як повітря, яке ми не бачимо, може «творити дива» завдяки законам фізики!

STEAM-проект

«Балістична катапульта: точність і потужність»

Тривалість: 4-6 годин (може бути розбито на кілька сесій)

Мета проекту:

✓ Дослідити принципи руху снарядів, перетворення енергії та механічної переваги через проектування, будівництво та тестування маломасштабної балістичної катапульти.

✓ Застосувати знання з фізики (кінематика, динаміка, енергія) та принципів інженерного проектування.

✓ Розвинути критичне мислення, навички розв'язання проблем, командної роботи та креативної комунікації.

✓ Презентувати наукові концепції в захопливому та доступному форматі за допомогою TikTok-відео.



Тематичний зв'язок з модулями курсу:

Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя: Сили (натягу, пружності, гравітації), прискорення, рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.

Модуль 5. Рівновага і важелі: фізика балансу: Перетворення енергії (потенційна пружна в кінетичну), робота, потужність.

Математика: Вимірювання, аналіз даних, побудова графіків, базова тригонометрія (для траєкторії).

Технології та інженерія: Процес проектування, будівельні техніки, вибір матеріалів.

Мистецтво (Arts): Естетичний дизайн катапульти, креативна розповідь, відеопродакшн.

Завдання: Розробити, побудувати, протестувати та проаналізувати маломасштабну балістичну катапульта, а потім створити коротке (до 90 секунд) та захопливе TikTok-відео, що демонструє її точність і потужність та пояснює основні наукові принципи.

Очікуваний результат: Функціональна маломасштабна балістична катапульта, журнал даних про її продуктивність та TikTok-відео, що демонструє можливості катапульти та пояснює відповідні фізичні явища.

Послідовність кроків проведення дослідження:

Крок 1: Теоретична підготовка та планування (Приблизно 1 година)

I. Пригадайте теорію:

✓ Що таке рух тіла, кинутого під кутом до горизонту? Які сили діють на снаряд під час польоту (гравітація, опір повітря)?

✓ Що таке початкова швидкість і як вона впливає на дальність і висоту

польоту снаряда?

✓ Що таке потенційна пружна енергія? Як вона перетворюється на кінетичну енергію?

✓ Які принципи важелів і як вони можуть застосовуватися в конструкції катапульти?

✓ Які перетворення енергії відбуваються в катапульти? (Наприклад, накопичена пружна енергія в кінетичну енергію снаряда).

✓ Занотуйте ці визначення, поняття та формули в робочий зошит.

II. Формулювання гіпотези:

✓ Сформулюйте припущення, як зміна конкретної змінної в конструкції (наприклад, довжина важеля, натяг гумки, кут запуску) вплине на ефективність катапульти (дальність, точність, потужність).

Приклад гіпотези: «Збільшення натягу гумки збільшить дальність польоту снаряда за рахунок більшої початкової кінетичної енергії.»

1. Мозковий штурм та вибір матеріалів:

✓ Подумайте про різні конструкції катапульти (требушет, баліста, онагр).

✓ Яка з них найбільш підходить для маломасштабної моделі?

✓ Які матеріали можна використовувати? (наприклад, дерев'яні палички для рукоділля, гумки, пластикові ложки, картон, ПВХ-труби, скотч, клей, невеликі снаряди, такі як зефір, ватні кульки або кульки з м'якої глини).

✓ Врахуйте безпеку: обирайте матеріали, які не розбиваються і не завдають шкоди, а також легкі, м'які снаряди.

2. Планування експерименту (Дизайн та тестування):

✓ Намалюйте ескіз своєї катапульти, позначивши ключові компоненти (важіль, основу, гумка, тримач снаряда).

✓ Визначте, яка буде незалежна змінна (що ви будете змінювати, наприклад, натяг гумки, кут запуску) і залежні змінні (що ви будете вимірювати, наприклад, дальність, точність).

✓ Визначте контрольовані змінні (що ви будете тримати постійним, наприклад, маса снаряда, тип гумки, якщо це не незалежна змінна).

✓ Вирішіть, як ви будете вимірювати дальність і точність.

✓ Створіть таблицю даних для ваших вимірювань (див. «Таблиця для даних»).

Крок 2: Будівництво (Приблизно 1.5 - 2 години)

1. Зберіть матеріали: Зберіть усі необхідні предмети відповідно до вашого дизайну.

2. Побудуйте катапульти:

3. Дотримуйтесь свого ескізу.

4. Зверніть увагу на стабільність основи, міцність важеля та надійне кріплення пружного механізму.

5. Переконайтеся, що тримач снаряда може послідовно вивільняти

снаряд.

6. Безпека понад усе! Використовуйте інструменти правильно та обережно. Якщо використовуєте клейовий пістолет, забезпечте належну вентиляцію та нагляд дорослих, якщо необхідно.

7. Ітерація та вдосконалення (за бажанням, але рекомендовано):

8. Тестуйте невеликі частини вашої катапульти під час будівництва. Чи вільно рухається важіль? Чи надійно закріплена гумка?

9. Не бійтеся коригувати свій дизайн, якщо щось працює не так, як очікується. Це частина інженерного процесу!

Крок 3: Експериментування та збір даних (Приблизно 1 - 1.5 години)

1. Налаштуйте зону тестування:

✓ Знайдіть відкритий, безпечний простір для запуску.

✓ Використовуйте рулетку, щоб відзначити відстані для вимірювання дальності.

✓ Розгляньте можливість встановлення мішені для перевірки точності.

2. Виміряйте масу снаряда:

✓ Використовуйте ваги, щоб виміряти масу обраного вами снаряда (наприклад, зефіру). Вона буде постійною протягом усього експерименту.

3. Проведіть експерименти (змінюючи вашу незалежну змінну):

✓ Базове вимірювання: Запустіть снаряд за стандартних умов. Запишіть дальність та спостерігайте за точністю.

✓ Змініть незалежну змінну: Змініть обраний вами параметр (наприклад, збільшіть натяг гумки, намотавши її більше разів, змініть кут запуску важеля).

✓ **Кілька спроб:** Для кожної конфігурації виконайте принаймні 3-5 запусків, щоб забезпечити послідовність та мінімізувати випадкові похибки.

✓ **Запишіть дані:** Ретельно записуйте всі вимірювання в таблицю даних.

✓ Спостерігайте та робіть нотатки: Зверніть увагу, як летить снаряд. Чи обертається він? Чи летить він послідовно високо або низько?

✓ **Запобіжний захід:** Завжди запускайте снаряд подалі від людей, крихких предметів та домашніх тварин. Не цільтеся ні в кого.

Крок 4: Аналіз даних та розрахунки (Приблизно 1 година)

1. Заповніть таблицю даних:

2. Таблиця даних: Ефективність балістичної катапульти

Номер спроби	Маса снаряда, m (кг)	Незалежна змінна (наприклад, натяг гумки/кут запуску)	Дальність (м)	Середня дальність (м) (для кожної конфігурації)	Примітки (наприклад, точність, поведінка снаряда)
1.		Низький натяг/Кут 1			
2		Середній натяг/Кут 2			
3		Високий натяг/Кут 3			

3. Виконайте розрахунки:

✓ **Середня дальність:** Для кожного значення вашої незалежної змінної розрахуйте середнє арифметичне ваших вимірювань дальності.

✓ **Кінетична енергія (концептуально):** Хоча точну початкову швидкість може бути важко виміряти безпосередньо, ви можете концептуально обговорити, як зміни у вашій незалежній змінній пов'язані з кінетичною енергією

$$E_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$$

Наприклад, більший натяг означає більше потенційної пружної енергії, яка перетворюється на більшу кінетичну енергію, а отже, вищу швидкість і дальність.

✓ **Потенційна пружна енергія (концептуально/якісно):** Обговоріть, як більше намотування гумки або її сильніше розтягування збільшує накопичену потенційну пружну енергію.

4. Проаналізуйте результати:

✓ Побудуйте графік своїх даних (наприклад, середня дальність проти незалежної змінної).

✓ Які закономірності ви спостерігаєте? Як зміна вашої незалежної змінної впливає на дальність і точність?

✓ Обговоріть будь-які невідповідності або неочікувані результати. Що могло їх спричинити (наприклад, опір повітря, непослідовний запуск, похибки вимірювань)?

Крок 5: Формулювання висновків та підготовка до TikTok (Приблизно 45 хвилин)

1. Сформулюйте висновки:

✓ Чи підтвердилася ваша гіпотеза? Поясніть чому, посилаючись на

свої дані.

✓ Опишіть взаємозв'язок між вашою незалежною змінною та ефективністю катапульти.

✓ Поясніть фізичні принципи, що діють у роботі вашої катапульти (перетворення енергії, рух снарядів, сили).

✓ Запропонуйте покращення для дизайну вашої катапульти на основі ваших висновків.

2. Підготовка до TikTok-відео:

Розробіть захопливий сценарій для вашого відео (до 90 секунд):

Початок (0-10 с): Почніть з вражаючого запуску або швидкого кадру вашої катапульти. «Чи можемо ми запустити зефір на понад 3 метри за допомогою цієї міні-катапульти?»

Представлення катапульти (10-25 с): Покажіть свою катапульти, коротко поясніть її основні частини.

Демонстрація (25-50 с): Покажіть запуски в різних умовах (наприклад, низький натяг проти високого натягу, уповільнений запуск). Використовуйте текст на екрані для даних (наприклад, «Натяг 1: 1.5м», «Натяг 2: 3.2м»).

Пояснення фізики (50-75 с): Коротко поясніть науку. «Вся справа в перетворенні потенційної пружної енергії на кінетичну та рух снаряда!» Використовуйте прості анімації або текстові накладки для формул ($E_p \rightarrow E_k$).

Висновок/Виклик (75-90 с): Підсумуйте свої висновки, запропонуйте подальші експерименти або поставте виклик глядачам. «Що станеться, якщо ми змінимо кут? Дайте знати в коментарях!»

Сплануйте свої кадри (кути, крупні плани, уповільнені зйомки).

Оберіть трендову, відповідну музику/звуки.

Крок 6: Відеопродакшн та презентація (Приблизно 1 - 1.5 години)

1. Зніміть відео:

✓ Використовуйте смартфон. Знімайте при хорошому освітленні.

✓ Знімайте кілька дублів кожного сегмента, щоб мати вибір.

✓ Знімайте чіткі кадри своєї катапульти, запуску та польоту снаряда (уповільнена зйомка тут чудово підійде).

✓ Переконайтеся, що якість звуку прийнятна, якщо ви плануєте використовувати голосове озвучення.

2. Змонтуйте відео:

✓ Використовуйте мобільний додаток для редагування відео (наприклад, вбудований редактор TikTok, CapCut, InShot).

✓ Обріжте зайве, додайте переходи, музику та звукові ефекти.

✓ Важливо: додайте текстові накладки для ключових даних, наукових термінів та коротких пояснень.

✓ Переконайтеся, що темп відео швидкий та захопливий для TikTok.

✓ Тримайте його лаконічним та ефектним.

3. Презентуйте / Завантажте:

✓ Завантажте своє відео в TikTok, включивши відповідні хештеги (#STEMпроект #Фізика #Катапульта #НауковийЕксперимент #РухСнарядів #ПеретворенняЕнергії).

✓ Альтернативно, презентуйте відео в класі, надаючи живий коментар до наукових аспектів.

Необхідні розрахунки:

Хоча проєкт зосереджується на концептуальному розумінні та експериментальному спостереженні для формату TikTok, можуть бути включені базові розрахунки:

1. Середня дальність:

✓ Розрахуйте середнє арифметичне ваших численних вимірювань дальності для кожного значення незалежної змінної.

Приклад: Для 3 запусків при «Низькому натязі» з дальністю 1.2м, 1.3м, 1.1м, Середня дальність = $(1.2+1.3+1.1)/3=1.2$ м.

2. Концептуальне перетворення енергії:

✓ Якісно опишіть перетворення потенційної пружної енергії (накопиченої в розтягнутій гумці) на кінетичну енергію снаряда під час запуску.

✓ Формулу для кінетичної енергії $E_k = \frac{m\vartheta^2}{2}$ можна використовувати, щоб пояснити, що вища швидкість (ϑ) або маса (m) означає більше кінетичної енергії, що призводить до більшої дальності.

3. Сили:

✓ Визначте сили, що діють: сила натягу в гумці, сила тяжіння, що діє на снаряд, і, можливо, сила тертя.

Джерела інформації для роботи над проєктом:

✓ Підручники з фізики: Перегляньте розділи з кінематики, динаміки, енергії та простих механізмів (важелів).

✓ Онлайн-енциклопедії: (наприклад, Wikipedia, Britannica) для «Рух снарядів», «Пружна потенційна енергія», «Катапульта».

✓ Освітні вебсайти:

Khan Academy

(розділ «Фізика»): <https://www.khanacademy.org/science/physics> (особливо розділи з кінематики та енергії)

Physics Classroom:

<https://www.physicsclassroom.com/> (надає чіткі пояснення фізичних концепцій)

Центр досліджень Гленна НАСА (Посібник для початківців з аеронавтики): <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/> (актуально для траєкторії снаряда)

YouTube-канали:

Veritasium

SmarterEveryDay

Physics in Motion by Crash Course Physics

✓ TikTok: Дослідіть існуючі відео з науковими експериментами для натхнення щодо стилю презентації та візуальних ефектів.

Цей проєкт поєднує практичну інженерію з основними концепціями фізики, завершуючись креативною цифровою презентацією. Він розроблений бути захопливим, освітнім та веселим! Успіхів!

Посилання для натхнення: https://www.youtube.com/watch?v=VvWRk-I246E&ab_channel=NumaVIG

STEM-проєкт

«Дослідження важеля — піднімаємо важкі предмети»

Привіт, майбутні інженери та фізики! Цей проєкт допоможе вам не просто зрозуміти, а й відчувати, як працює один із найдавніших та найважливіших механізмів – важіль. Ви дослідите його принципи, проведете розрахунки та створите власний відеоролик для TikTok, демонструючи фізику балансу та сили.

Тема дослідження: Використання важеля.

Мета проєкту:

Дослідити умови рівноваги важеля та його практичне застосування для підйому важких предметів, а також створити візуально привабливу демонстрацію для соціальних мереж.

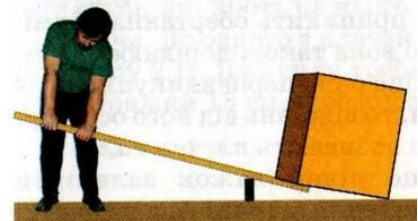
Послідовність кроків проведення дослідження:

Крок 1: Теоретична підготовка та планування (Приблизно 45 хвилин)

1. Пригадайте теорію:

✓ Що таке важіль? Які його основні елементи (точка опори, плечі сил, сили)?

✓ Які види важелів ви знаєте? (I роду, II роду, III роду). Який вид важеля буде найефективнішим для підйому важкого предмета?



✓ Що таке момент сили? Як він розраховується?

✓ Яка умова рівноваги важеля?

✓ Що таке центр мас? Як він пов'язаний з рівновагою?

✓ Занотуйте ці визначення та формули в робочий зошит.

2. Формулювання гіпотези:

✓ Сформулюйте припущення, як зміна відстані до точки опори (плеча важеля) вплине на силу, необхідну для підйому вантажу.

Приклад гіпотези: «Чим довший важіль (плече прикладеної сили) щодо плеча ваги вантажу, тим менша сила потрібна для його підйому.»

3. Визначення предметів для експерименту:

- ✓ Важіль: довга лінійка, дерев'яна рейка, палиця.
- ✓ Точка опори: трикутна лінійка, брусок, інша невелика тверда підставка.
- ✓ Вантаж: стопка книг, велика пляшка води, гиря або інший важкий, але безпечний предмет.
- ✓ Сила, що діє: динамометр (якщо є), або інший спосіб вимірювання сили (наприклад, пакет з піском/цукром, який можна поступово додавати та зважувати).
- ✓ Вимірювальні прилади: метрова стрічка або лінійка, терези (для вимірювання маси вантажу та можливої сили).

4. Планування експерименту:

- ✓ Намалюйте схему вашої установки.
- ✓ Визначте, які величини ви будете вимірювати: маса вантажу (отже, його вага $P=m \cdot g$), довжина плеча вантажу (L_1), довжина плеча прикладеної сили (L_2), прикладена сила (F_2).
- ✓ Скільки разів ви проведете вимірювання? (Мінімум 3-5 разів, змінюючи L_1 або L_2).
- ✓ Заповніть таблицю для даних (див. «Таблиця для даних»).

Крок 2: Проведення дослідження (Приблизно 1 година 15 хвилин)

1. Складіть установку:

- ✓ Розмістіть важіль на точці опори. Переконайтеся, що він стабільний.
 - ✓ Помістіть вантаж на один кінець важеля (плече вантажу L_1).
- Переконайтеся, що вантаж надійно закріплений і не впаде.

2. Вимірювання ваги вантажу:

- ✓ Зважте вантаж на терезах, щоб знайти його масу (m).
- ✓ Розрахуйте вагу вантажу $P=m \cdot g$ (де $g \approx 9.8$ Н/кг або ≈ 10 Н/кг для спрощення). Це буде ваша сила F_1 .

3. Експериментальні вимірювання (змінюючи плечі):

Перше вимірювання:

- ✓ Розмістіть вантаж на певній відстані L_1 від точки опори. Запишіть L_1 .
- ✓ Виміряйте силу F_2 , яку потрібно прикласти до іншого кінця важеля на відстані L_2 від точки опори, щоб важіль перебував у рівновазі (горизонтально). Запишіть L_2 та F_2 .

Якщо використовуєте динамометр, підвісьте його та запишіть показник. Якщо використовуєте пакети з піском/цукром, додавайте до рівноваги, потім зважте пакет, щоб дізнатися F_2 .

Наступні вимірювання:

- ✓ Змініть відстань L_2 (плече прикладеної сили) або L_1 (плече вантажу).
- ✓ Повторіть вимірювання сили F_2 для нової конфігурації.

✓ Проведіть мінімум 3-5 таких вимірювань, щоб побачити закономірність.

✓ Важливо: Переконайтеся, що важіль у горизонтальному положенні, коли вимірюєте рівновагу.

Крок 3: Аналіз результатів та обрахунки (Приблизно 45 хвилин)

1. Заповніть таблицю для даних:

Таблиця для даних: Дослідження важеля

№	Маса вантажу, m (кг)	Вага вантажу, $F_1 = m \cdot g$ (Н)	Плече вантажу, L_1 (м)	Плече прикладеної сили, L_2 (м)	Прикладена сила (експериментальна), $F_2_{\text{експ}}$ (Н)	Момент сили вантажу, $M_1 = F_1 \cdot L_1$ (Н·м)	Момент прикладеної сили, $M_2 = F_2_{\text{експ}} \cdot L_2$ (Н·м)
1							
2							
3							

2. Проведіть обрахунки:

✓ Для кожного вимірювання розрахуйте момент сили вантажу ($M_1 = F_1 \cdot L_1$).

✓ Для кожного вимірювання розрахуйте момент прикладеної сили ($M_2 = F_2_{\text{експ}} \cdot L_2$).

✓ Порівняйте M_1 та M_2 для кожного вимірювання. Наскільки вони близькі? Чи відповідають вони умові рівноваги важеля? Обговоріть можливі похибки. Оцініть, наскільки M_1 близький до M_2 . Ідеально, вони повинні бути рівними згідно з умовою рівноваги. Невеликі розбіжності допустимі через похибки вимірювань.

3. Побудова графіків (за бажанням, для поглибленого аналізу):

✓ Побудуйте графік залежності $F_2_{\text{експ}}$ від L_2 (при фіксованих F_1 та L_1).

✓ Який висновок можна зробити з графіка?

Крок 4: Формулювання висновків та підготовка до TikTok (Приблизно 30 хвилин)

1. Сформулюйте висновки:

✓ Чи підтвердилася ваша гіпотеза? Поясніть, чому.

✓ Який вид важеля ви використовували?

✓ Як довжина плеча впливає на необхідну силу?

✓ Де в житті ми зустрічаємо використання важелів для підйому/переміщення важких предметів? (Наприклад, дверні ручки, тачки, ножиці, лом).

2. Підготовка до відео в TikTok:

Продумайте сценарій для вашого відео:

✓ Короткий, привабливий вступ (зацікавити глядача).

- ✓ Демонстрація важеля в дії (можна показати різні плечі та різну силу).
- ✓ Візуалізація моменту сили (можна використовувати анімацію, текст на екрані).
- ✓ Коротке пояснення фізичного принципу (наприклад, «чим довше плече, тим менше сили»).
- ✓ Заклик до дії або цікавий факт.

Складіть список необхідних кадрів.

Оберіть відповідну музику/звуки.

Крок 5: Зйомка та монтаж відео для TikTok (Приблизно 1 година)

1. Зніміть відео:

- ✓ Використовуйте смартфон. Знімайте горизонтально або вертикально, залежно від того, як плануєте завантажувати в TikTok.
- ✓ Знімайте кілька дублів кожного моменту, щоб мати вибір.
- ✓ Особливу увагу приділіть моменту, де важіль піднімає вантаж з різними плечами.
- ✓ Можна знімати «таймлапс» (прискорене відео) або «слоумо» (уповільнене відео) для кращого ефекту.



2. Змонтуйте відео:



- ✓ Використовуйте застосунки для монтажу (наприклад, TikTok, CapCut, InShot).
- ✓ Обріжте зайве, додайте переходи.
- ✓ Вставте текст на екрані для пояснень ($F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$).
- ✓ Додайте музику та звукові ефекти.

Переконайтеся, що відео динамічне, зрозуміле і вкладається в 60 секунд.

Цей проєкт допоможе вам відчути фізику на практиці, перетворити нудні розрахунки на захоплюючий експеримент і створити крутий науковий контент для TikTok! Удачі!

Посилання для натхнення:

Важіль	
“Циркові трюки на баланс”	

<p align="center">Неможливий баланс з ножами – Україна має талант 2021</p>	
<p align="center">Такої Майстерності Балансу Годі Й Шукати! Україна має талант</p>	

STEM-проект

«Фізика балансу в ТікТок: Створюємо вірусний контент»

Мета проекту:

✓ поглибити розуміння поняття рівноваги, центру мас, моменту сили та умов рівноваги важеля через практичне дослідження.

✓ навчитися застосовувати фізичні знання для створення цікавих та візуально ефектних демонстрацій.

✓ розвинути креативність, навички відеозйомки та монтажу, а також вміння ефективно комунікувати наукові концепції в короткому та зрозумілому форматі ТікТок.

✓ показати, що фізика може бути не тільки наукою, але й джерелом розваг та творчості.

Тематичний зв'язок з модулями курсу:

Модуль 5. Рівновага і важелі: фізика балансу: Ключовий модуль. Поняття рівноваги тіла, види рівноваги (стійка, нестійка, байдужа), момент сили, умови рівноваги важеля, центр мас і його вплив на стійкість.

Модуль 4. Закони Ньютона в русі життя: Особливо Перший закон Ньютона (інерція тіла у стані рівноваги).

Завдання: Створити короткий (до 60 секунд) та захоплюючий відеоролик для ТікТок, який демонструє один або кілька фізичних принципів, пов'язаних з рівновагою та балансом.

Очікуваний результат: Функціональна модель/установка (якщо передбачає демонстрація), відеоролик, завантажений на платформу ТікТок (або представлений в іншому форматі), та короткий звіт, що пояснює фізичні принципи, використані у відео.



Етапи виконання проєкту

1. Вибір теми та дослідження

✓ Обрати конкретний аспект рівноваги (наприклад, балансування предмета на пальці, створення «мобіля», демонстрація стійкої/нестійкої рівноваги, використання важеля).

✓ Провести дослідження: з'ясувати, які фізичні принципи лежать в основі обраного явища (центр мас, момент сили, умови рівноваги).

✓ Пошукати натхнення: переглянути існуючі відео в TikTok на схожу тематику, але прагнути створити щось оригінальне.

2. Планування та розробка сценарію

✓ Визначити ключовий «візуальний ефект» (що саме буде вражати глядача).

✓ Розробити короткий сценарій (послідовність кадрів, текст, музика).

✓ Продумати, як пояснити фізичні принципи у відео (можливо, текст на екрані, анімація, закадровий голос).

3. Зйомка відео

✓ Використати смартфон або камеру.

використовує наданий інструментарій (смартфон/камеру) за призначенням для фіксації демонстрації балансу.

✓ Знімати в гарному освітленні.

забезпечує якісні умови для фіксації результатів демонстрації балансу.

✓ Експериментувати з кутами зйомки.

експериментує з фіксацією об'єктів/явищ для кращої візуалізації фізичних принципів.

✓ Знімати достатньо матеріалу, щоб мати вибір при монтажі.

фіксує результати демонстрації балансу у достатньому обсязі для подальшого опрацювання.

4. Монтаж відео

✓ Використати програму для монтажу відео на смартфоні або комп'ютері (наприклад, TikTok, CapCut, InShot).

(створює медіапродукт (відео для TikTok) на основі опрацьованої інформації, використовуючи цифрові ресурси та пристрої)

✓ Обрізати зайві кадри.

(перетворює інформацію (відеоматеріал) з однієї форми в іншу (обрізане, змонтоване відео) для ефективною презентації)

✓ Додати текст, музику, ефекти.

(доповнює медіапродукт (відео) різними формами інформації (текст, аудіо, ефекти) для посилення демонстрації фізичних принципів)

✓ Переконаватися, що відео динамічне та цікаве.

(добирає та інтегрує різні форми подання інформації для забезпечення динамічності та цікавості відео)

5. Пояснення (у відео або окремо)

✓ У відео або в описі до нього коротко пояснити, які фізичні принципи демонструються.

(формулює висновки щодо фізичних принципів, які лежать в основі продемонстрованого балансування, з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження.)

(інтерпретує інформацію про фізику балансу, представлену у відео, у стислій та зрозумілій формі)

6. Презентація

✓ Завантажити відео в TikTok (або представити в іншому форматі, якщо немає можливості завантажити).

(презентує результати дослідження (відео) у запропонований спосіб (TikTok), зокрема із використанням цифрових пристроїв)

(презентує створений медіапродукт (відео) в обраній спосіб (TikTok), зокрема із використанням цифрових технологій і пристроїв)

Критерії оцінювання проєкту «Фізика Балансу в TikTok: Створюємо вірусний контент!»

1. Наукова точність та глибина розуміння (30 балів)

10 балів: Чітке та безпомилкове відображення ключових фізичних принципів (центр мас, момент сили, види рівноваги) у відео та/або супровідному поясненні.

10 балів: Глибоке розуміння взаємозв'язків між фізичними законами та спостережуваним явищем. Пояснення не є поверхневим.

5 балів: Правильне використання фізичної термінології.

5 балів: Обґрунтування обраного трюку/демонстрації з точки зору фізики.

2. Креативність та оригінальність ідеї (20 балів)

10 балів: Оригінальність та новизна підходу до демонстрації фізичного явища (не просто повторення відомих експериментів, а творче їх переосмислення).

10 балів: Захопливість та «вірусний потенціал» контенту, здатність привернути увагу глядача TikTok.

3. Якість відеозйомки та монтажу (25 балів)

100-бальна шкала	12-бальна шкала	Опис рівня досягнень
95-100 балів	12 (Відмінно)	Проект виконано на найвищому рівні. Всі вимоги дотримано, глибоке розуміння фізичних принципів, висока креативність, бездоганна якість відео та пояснень. Яскрава, оригінальна ідея, що має потенціал стати вірусною
85-94 бали	11 (Відмінно)	Проект виконано на дуже високому рівні. Демонструє відмінне розуміння фізики, високу креативність та якість виконання. Можливі незначні недоліки, які не впливають на загальне враження
75-84 бали	10 (Відмінно)	Проект виконано добре. Демонструє міцні знання фізичних принципів, достатню креативність та якість відео. Всі ключові елементи проекту присутні та працюють ефективно
65-74 бали	9 (Достатньо)	Проект виконано добре. Виявлено розуміння фізичних принципів, є елементи креативності, загалом гарна якість відео. Можуть бути невеликі неточності або недоліки в реалізації
55-64 бали	8 (Достатньо)	Проект відповідає основним вимогам. Фізичні принципи зрозумілі, але пояснення можуть бути неглибокими. Відео задовільної якості. Помітні деякі недоліки у виконанні
45-54 бали	7 (Достатньо)	Проект демонструє базове розуміння теми. Є спроба демонстрації фізичних явищ, але з певними недоліками в точності або реалізації. Відео може бути середньої якості
35-44 бали	6 (Добре)	Проект виконано на задовільному рівні. Основні фізичні принципи зрозумілі, але демонстрація може бути нечіткою або з помилками. Відео потребує доопрацювання
25-34 бали	5 (Добре)	Проект має значні недоліки у розумінні фізики та/або якості виконання. Можливо, не всі елементи проекту виконано
15-24 бали	4 (Добре)	Проект виконано слабо. Є лише поверхове розуміння теми. Помітні суттєві помилки
5-14 балів	3 (Початковий)	Проект виконано на дуже початковому рівні. Знання та вміння майже не виявлені
1-4 бали	2 (Початковий)	Проект не відповідає більшості вимог. Можливо, лише частково розпочато
0 балів	1 (Початковий)	Проект не виконано або здано роботу, що не має відношення до завдання

10 балів: Чіткість зображення та якісний звук.

10 балів: Динамічний та логічний монтаж, що робить відео цікавим і легко сприймається. Використання ефектів, переходів.

5 балів: Оптимальна тривалість відео (до 60 секунд), що відповідає формату TikTok.

4. Зрозумілість та ефективність пояснення (15 балів)

10 балів: Чітке та стисле пояснення фізичних принципів безпосередньо у відео (через текст, закадровий голос, анімацію) або у супровідному описі.

5 балів: Доступність мови, адаптована для широкої аудиторії TikTok, але без втрати наукової суті.

5. Оформлення та презентація (10 балів)

5 балів: Естетичний вигляд та акуратність виконання демонстрації/експерименту.

5 балів: Загальне враження від проєкту, залученість та ентузіазм під час представлення.

Загальна максимальна кількість балів: 100 балів

Ці критерії допоможуть об'єктивно оцінити як наукову складову проєкту, так і творчий підхід до його реалізації та презентації у форматі TikTok.

STEAM-проект

«Що каже фізика про Курочку Рябу?»

Мета: розвиток критичного мислення, співпраці та застосування знань різних наук, використовуючи сюжет народної казки «Курочка Ряба». Розвивати експериментальні вміння, вміння моделювати та робити висновки.

Хід проєкту.

Постановка проблеми: Колись давно у казці жила собі Курочка Ряба. І одного разу вона знесла... не звичайне, а золоте яєчко! Дід і баба його били — не розбили. А мишка пробігла, хвостиком махнула — яєчко впало й розбилося. Дивно, правда? Чому ж так сталося?



Давай розглянемо цю історію не як казку, а як... загадку для фізика!

Рольова гра «Що про казку розкаже...»

Філософ:

-**Яйце золоте** — символ мрії, багатства, надії, яку неможливо досягти звичайними зусиллями.

-**Мишка** — уособлення долі, випадковості чи смерті, яка легко руйнує навіть найцінніше.

-**Сльози діда і баби** — реакція на втрату ілюзії або недосяжного щастя.

-**Просте яєчко** — повернення до реальності, до звичайних, але справжніх цінностей.

Суть: щастя не завжди в золоті, іноді прості речі важливіші за ілюзорні скарби.

Філолог:

-**Золоте яєчко** — символ багатства, яке простим людям не принесе користі (не можуть «відкрити» його, скористатися).

-**Мишка** — стихійна сила, або можливо, представник нижчого соціального класу, який «руйнує» багатство панів.

-**Просте яєчко** — натяк на те, що прості блага більш корисні для народу.

Суть: багатство — не завжди благо для простих людей; краще мати щось зрозуміле та доступне.

Психолог:

-**Казка** як розповідь про емоційну незрілість, про те, як люди прив'язуються до «цінності», яку не розуміють і не можуть використати.

-**Сльози діда і баби** — символ розчарування, втрати ідеалу.

-**Курочка** — голос розуму, яка вчить приймати буденність.

Суть: важливо прийняти життя таким, яким воно є, і цінувати реальні речі.

Релігіознавець:

-**Яйце** — у багатьох культурах символ світу, космосу, духовного початку.

-**Золоте яйце** — божественне одкровення чи дар, який недосяжний для земних людей.

-**Мишка** — сили зла або хаосу, які руйнують духовне.

Суть: люди не готові до великого одкровення, тому отримують звичайне життя як шанс для зростання.

Сатирик:

-**Уся казка** — іронія над людськими сльозами за тим, чого не мали (не зуміли використати).

-**Комічний ефект:** замість того, щоб зрадіти простому яйцю, дід і баба шкодують про щось, що їм так їм не належало.

Суть: сміх через сльози; люди часто шкодують за тим, чого не розуміли й не потребували.

Фізик: Яке воно — золоте яєчко?

Якщо уявити, що яйце справді було зроблене з золота, воно було б дуже важке. Золото — це дуже щільний метал, важчий за камінь! Навіть маленьке золоте яєчко могло б важити кілька кілограмів — стільки, як дві пляшки води!

Але є цікава річ: золото — м'який метал. Його легко подряпати або зігнути. Тож чому дід і баба не змогли розбити його? Можливо, яйце мало міцну оболонку або було не зовсім із золота. А може, це просто чарівне яйце, і нам треба ще трохи подумати, що сталося насправді...

Чому ж мишка змогла його розбити?

Тепер уявімо, що яйце стояло на столі. Мишка пробігла, махнула хвостиком — яйце впало на підлогу. Що тут працює? Фізика!

Коли яйце падає, воно набирає швидкість. І хоча мишка не сильна, вона випадково змусила яйце зрушити з місця. Це падіння створило удар об тверду підлогу — і яйце розбилося. Це схоже на ситуацію, коли легенько штовхаєш олівець з краю парти — і він летить униз.

Золоте яєчко — матеріальні властивості:

Золото має високу густину ($\sim 19.3 \text{ г/см}^3$) і є дуже м'яким металом (по шкалі Мооса — ~ 2.5).

Якщо курка знесла золоте яйце, воно мало б бути:

- дуже важким (кілька кілограмів),
- м'яким на стискання і удари (легко деформується).

Парадокс:

Дід і баба не могли розбити яйце, хоча воно мало бути м'яким. Це суперечить властивостям золота.

Можливе пояснення: яєчко було не з чистого золота, а мало надзвичайно міцну оболонку, наприклад, із наноструктурованого матеріалу, або мало особливу кристалічну решітку.

Мишка і «хвостик»:

Згідно з класичною фізикою, маса мишки маленька, а сила, яку вона може створити, — незначна.

Але! Якщо яєчко стояло на тонкому краєчку чи гойдалось, легкий удар міг вивести його з рівноваги — ефект нестійкої рівноваги (механіка).

Падіння з висоти дало кінетичну енергію, достатню для розбиття навіть міцного тіла (при влучанні під певним кутом, на тверду поверхню).

Тобто: мишка не мала великої сили, але запустила ланцюг подій, як у принципі доміно.

Закон інерції (Ньютон):

Яєчко залишалося цілим, бо зовнішні сили діяли слабо і неточно.

Аж поки не настала випадкова подія (мишачий хвіст), що змінила все. Це приклад чутливої залежності від початкових умов — фізичний аналог теорії хаосу.

Енергетичний аналіз:

Дід і баба прикладали зусилля → передавали яйцю механічну енергію, але структура яйця гасила цю енергію (можливо, пружна деформація).

Мишка запустила ефективніший механізм руйнування — удар + падіння + гравітація = катастрофічна втрата.

Висновок :

Яечко було нестандартного матеріалу з особливими властивостями.

Події казки демонструють:

- ✓ принцип інерції,
- ✓ нестійку рівновагу,
- ✓ вплив дрібного збурення на систему,
- ✓ руйнування через гравітаційний вплив.

Мораль з точки зору фізики:

«Не завжди велика сила призводить до змін — іноді все вирішує маленький імпульс у правильному місці.»

Опис фізичного експерименту:

«Дослідження механічної взаємодії мишки з об'єктом підвищеної крихкості»

Мета експерименту:

З'ясувати, яким чином маленький руховий об'єкт (мишка) може спричинити руйнування крихкого предмета (наприклад, глиняного глечика), використовуючи свій хвіст як засіб механічної взаємодії.

Обладнання:

- ✓ Іграшкова або реальна (ручна) мишка або її модель
- ✓ Модель глечика з тонкої крихкої речовини (наприклад, скляна кулька або справжній міні-глечик)
- ✓ Поверхня для розміщення глечика (наприклад, полиця)
- ✓ Високошвидкісна камера або відеоспостереження (для фіксації моменту зіткнення)
- ✓ Лінійка, секундомір

Хід експерименту:

1. Розміщуємо модель глечика на краю полиці.
2. Запускаємо модель мишки по заданій траєкторії поруч із глечиком. Хвостик мишки (наприклад, прикріплена нитка) має в процесі руху торкнутися або зачепити глечик.
3. Фіксуємо, чи зміщується глечик, чи падає і чи розбивається.
4. Вимірюємо силу інерції, необхідну для зміщення глечика (за потреби додаємо динамометр).
5. Проводимо серію повторів для збору статистики.

Результати спостереження:

При достатній швидкості мишки та довжині хвоста, останній здатен створити момент сили, достатній для порушення стійкості глечика. Об'єкт падає і розбивається об підлогу, що підтверджує механічний вплив хвоста на крихкий предмет.

	Швидкість мишки, см/с	Довжина хвоста, см	Чи була взаємодія?	Чи було зміщення глечика?	Чи розбився глечик?

Висновок:

Навіть незначний об'єкт, такий як мишка, здатен спричинити серйозні наслідки при вдалому поєднанні маси, швидкості та механічного впливу. А отже, вислів «Мишка бігла, хвостиком зачепила – і розбила» цілком може мати під собою фізичне обґрунтування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Література

1. Короткотривалі фронтальні лабораторні роботи. I семестри 7 та 8 класів за 12-річною програмою / Мислінчук В.О., Тищук В.І., Желюк О.М., Шут М.І. Харків: Вид. група «Основа»: «Тріада+», 2007.- 176 с. (Б-ка журн. «Фізика в школах України». Вип. 8 (44)).
2. Державний стандарт профільної середньої освіти (для 10–12-х класів), затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 25.07.2024 №851 (додаток 10);
3. Фізика (рівень стандарту): підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти/[В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова, О.О. Кірюхіна]; за редакцією В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків: Видавництво «Ранок», 2018. 272 с.: іл.; Охременко Н. Робота і потужність. Енергія. Система уроків. 7 клас.// Фізика.- К.: Шкільний світ, 2004.-№6.
4. Охременко Н. Робота і потужність. Енергія. Система уроків. 7 клас. *Фізика*. Київ: Шкільний світ, 2004. №6.
5. Щербина Т. Чому? Цікаві питання з фізики. 7-9 клас. Київ: Редакції загальнопедагогічних газет, 2003.128с. (Бібліотека «Шкільного світу»).

Електронні ресурси

1. URL:<http://klovsky77.com.ua/23-naukova-robota/217>
2. URL:<https://naurok.com.ua/post/shist-kapelyuhiv-priyom-gra-dlya-rozvitku-URL:kritichnogo-mislennya>
3. URL:<https://kazka.fun/>
4. URL:<https://chatgpt.com>
5. URL:<https://phet.colorado.edu/uk/simulations/balancing-act>
6. URL:<https://www.physicsclassroom.com/class/vectors/Lesson-3/Statics>
7. URL:<https://www.tinkercad.com/>
8. URL:<https://www.canva.com/>
9. URL:<https://www.flaticon.com/>
10. URL:<https://thenounproject.com/>
11. URL:<https://osvitoria.media/experience/6-igor-iz-klasnogo-menedzhmentu-dlya-serednoyi-shkoly/>
12. URL:<https://hmarochos.kiev.ua/2022/01/18/vitrova-energetyka-v-ukrayini-ta-sviti/>
13. URL:<https://www.tablycjakalorijnosti.com.ua/tablytsya-yizhyi>
14. URL:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.word.cloud.art.color.photos.generator&hl=uk&pli=1>
15. URL:<https://www.mentimeter.com/>

Видання підготовлено до друку та віддруковано
редакційно-видавничим відділом КНЗ «ЧОІПОПП ЧОР»
Зам. № 1749 Тираж 100 пр.
18003, Черкаси, вул. Бидгощська, 38/1