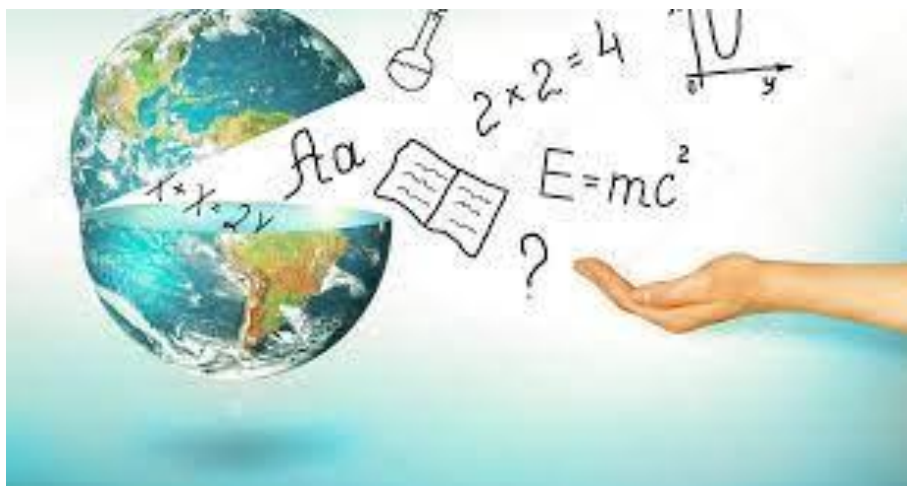


УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ  
ЧЕКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ  
КОМУНАЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ЧЕРКАСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ»

## СУЧАСНИЙ УРОК ФІЗИКИ. 7 КЛАС: ДОСЛІДЖУЄМО, МОДЕЛЮЄМО, ПОДОРОЖУЄМО

Методичний посібник для вчителя НУШ



Рекомендовано до друку Вченою радою КНЗ «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради».

Протокол № 2 від 10.06.2024

#### **АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ:**

**Северінова А.М.**, методист лабораторії природничо-математичних дисциплін комунального навчального закладу «Черкаський обласний інститут післядипломної освіти педагогічних працівників Черкаської обласної ради» (керівник обласної творчої групи), **Довгий О.А.**, учитель фізики Смілянської спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №12 Смілянської міської ради Черкаської області; **Пасічна Л.І.**, учитель фізики Черкаської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів №19 Черкаської міської ради Черкаської області; **Совгира С.М.**, учитель фізики Черкаської спеціалізованої школи І-ІІІ ступенів №33 ім. В. Симоненка Черкаської міської ради 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 Балаклівської сільської ради Черкаської області

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**Ляшенко Ю.О.**, доктор фізико-математичних наук, директор навчально-наукового інституту фізики, математики та комп'ютерно-інформаційних систем Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

**Гавриш О.М.**, учитель фізики вищої категорії Дмитрівського навчально-виховного комплексу «загальноосвітня школа І – ІІІ ступенів – дошкільний навчальний заклад» Новодмитрівської сільської ради Золотоніського району Черкаської області

*С 91 Северінова А.М. та творча група авторів. Сучасний урок фізики. 7 клас: досліджуємо, моделюємо, подорожуємо. Методичний посібник. Черкаси: ЧОППОП ЧОР. 79с.*

У посібнику підібрані різноманітні завдання й види діяльності які дозволять вчителю реалізувати реформування системи освіти при викладанні фізики в умовах Нової української школи. До кожної теми запропоновано рубрики: скарбничка цікавих фактів, розв'язую, моделюю, досліджую, подорожую.

Запропонований матеріал націлений на реалізацію наскрізних умінь, оволодіння ключовими компетентностями, формування науково-природничої грамотності учнів.

Автори збірника, відповідно до Концепції НУШ, спрямовують вчителя на організацію і забезпечення проєктного та інтегрованого навчання, стимулюють використовувати активні та інтерактивні технології: групової та командної роботи, проблемно-ситуативного навчання, технологію критичного мислення, дослідницьку технологію, елементи STEM-освіти тощо. Сподіваємось, що запропоновані завдання допоможуть виробити в учнів навички застосовувати набуті знання та уміння у новій ситуації, яка близька до звичного життєвого середовища, що дозволить у подальшому вирішувати комплексні, неординарні проблеми.

Рекомендовано для вчителів освітніх закладів, студентів педагогічних університетів.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
I. ФІЗИКА – ПРИРОДНИЧА НАУКА	
Скарбничка цікавих фактів.....	7
 Розв'язую .....	9
 Моделюю .....	10
 Досліджую .....	10
II. МЕХАНІЧНИЙ РУХ	
Скарбничка цікавих фактів.....	15
 Розв'язую .....	17
 Моделюю .....	22
 Досліджую .....	23
 Подорожую .....	27
III. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛИ В ПРИРОДІ	
Скарбничка цікавих фактів.....	29
 Розв'язую .....	31
 Досліджую .....	34
 Подорожую .....	37
IV. ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ І РІДИН	
Скарбничка цікавих фактів.....	40
 Розв'язую .....	41
 Моделюю .....	47
 Досліджую .....	49
V. МЕХАНІЧНА РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ. ЕНЕРГІЯ	
Скарбничка цікавих фактів.....	52



**Розв'язую** .....

54



**Моделюю** .....

61



**Досліджую** .....

66

**VI. КАРТКИ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ**.....

69

**ВИКОРИСТАНІ ЖЕРЕЛА**.....

78

## ВСТУП

Міністерство освіти і науки України, визначаючи метою своєї актуальної діяльності – посилення конкурентоспроможності української освіти, намагається реалізувати перебудову основ сучасної системи навчання через проведення реформи української школи.

Основа НУШ – повага і увага до дитини та прагнення знайти оптимальний спосіб для її ефективного навчання. Відповідно до концепції НУШ досягти цього можна через набуття учнями компетентностей та наскрізних умінь, які є динамічною комбінацією знаннєвого компонента, практичних умінь і навичок, широкої палітри способів мислення, різноманітних поглядів, усталених цінностей, інших особистих якостей, що визначають здатність молодої людини успішно соціалізуватися, провадити ефективну навчальну, трудову діяльність, застосовувати практично набуте у подальшому професійному та приватному житті.

Розвиток компетентностей та формування наскрізних умінь засобами предмета фізика – завдання групи авторів даного посібника *«Сучасний урок фізики. 7 клас: досліджуємо, моделюємо, подорожуємо»*. Методичний посібник створений для вчителів Нової української школи, які почнуть викладати фізику у 7 класі.

Інформаційні та дидактичні матеріали, представлені у посібнику, відповідають новій програмі і передбачають різноманітні види і форми роботи учнів. Підібрані завдання спрямовані на розширення уяви учнів, пробудження їх допитливості, формування навичок самостійності, самоорганізації, саморефлексії. Авторська група, створивши збірник, спробувала максимально задовольнити інтерес учнів до практичної, пошукової, дослідницької діяльності, конструювання, створення нового, креативного, творчого. Приділено увагу методам наукового пізнання фізики, зокрема, методам спостереження і дослідження. Спостерігається чітке формулювання завдань, що дозволяє учням розуміти фізичні означення, терміни, зіставляти їх позначення з буквами слів іноземних мов, сприймати суть перекладу цих слів.

Частина завдань збірника націлена на обов'язковий елемент навчання фізики – фізичний експеримент, що включає демонстрації, лабораторні досліди, практичні роботи, домашній експеримент, а також використання мультимедійних електронних ресурсів, що забезпечують можливість віртуального експерименту, який є суттєвим доповненням реальному. Важливим є формування в учнів дослідницьких вмінь та навичок щодо постановки проблеми, формулювання гіпотези, планування експерименту, пошуку методик дослідження, реалізації експерименту, роботи з фізичним і вимірювальним обладнанням, обробки результатів і формулювання висновків. Робота над завданнями стимулює в учнів вміння висловлювати власну думку, яка може бути продемонстрована як усно, так і письмово. Важливим є підбір матеріалу, що розвиває системне та критичне мислення, формує у школярів здатність логічно обґрунтовувати свою позицію при розв'язанні проблеми, оцінювати ризики та приймати рішення, виявляти творчість, креативність, підводить до прояву

ініціативності. Розроблені авторами завдання, дають змогу працювати індивідуально, в парах, мобільних групах, стимулюють здатність співпрацювати з іншими людьми і конструктивно керувати емоціями.

Посібник містить практичні завдання, які спрямовують вчителя на підготовку відповідного освітнього середовища, особливу увагу приділено безпеці та дотриманню правил безпечної роботи з фізичними приладами. Що привчає/навчає учнів здобувати й застосовувати фізичні знання безпечно. Учні за допомогою вчителя й представлених завдань зможуть досліджувати й моделювати фізичні процеси та явища й класифікувати їх. А вчитель зможе оцінити власну практику в контексті освітніх новацій, здійснювати моніторинг розвитку учнів. Методичні настанови, алгоритми занять та інші види діяльності конкретизовані. Ці види діяльності реалізуються через систему завдань: «моделюю», «розв'язую», «досліджую», «подорожую».

Завдання налаштовані на застосування діяльнісного підходу в допомозі школярам щодо набуття ключових і предметних компетентностей.

Автори посібника, відповідно до Концепції НУШ, спрямовують вчителя на організацію і забезпечення проєктного та інтегрованого навчання. Це сприяє можливості отримати цілісне уявлення про світ, адже вивчення природних явищ, фізичних процесів здійснюється через застосування інформації цілого ряду наук. Учні вчаться вирішувати реальні проблеми за допомогою залучення знань з різних дисциплін. У збірнику запропоновані завдання, що створені на базі концепції STEM-освіти: Science, Technology, Engineering, Mathematics. Такі завдання покликані розвивати в учнів вміння логічно й математично мислити, лаконічно та зрозуміло формулювати думку, аргументувати, доводити правильність тверджень, мати наукове розуміння природи, моделювати процеси, що відбуваються в навколишньому світі, діяти за алгоритмом та складати алгоритми відповідно до сучасних технологій, впевнено користуватися інформаційно-комунікаційними технологіями, новими мультимедійними засобами, особистими гаджетами.

У посібнику є завдання націлені на формування соціальної та громадянської компетентностей, що реалізуються розв'язанням задач соціального змісту, приділена увага екологічній грамотності і здоровому способу життя, які вчать ощадливо користуватися природними ресурсами і берегти своє особисте здоров'я, бути обізнаним у сфері культури, при оформленні результатів виконаних проєктів розвивати естетичний смак.

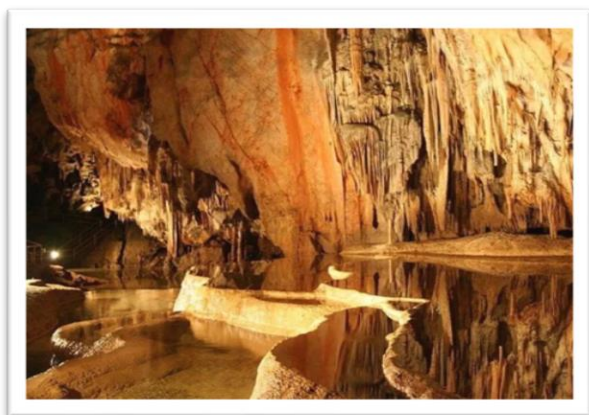
Завдання збірника сприяють формуванню ціннісних і світоглядних орієнтацій учня, що будуть визначати його поведінку в життєвих ситуаціях, стимулюватимуть розв'язування завдань реального змісту, виконання міжпредметних навчальних проєктів, роботу з різними джерелами інформації.

# І. ФІЗИКА – ПРИРОДНИЧА НАУКА

## СКАРБНИЧКА ЦІКАВИХ ФАКТІВ

### Цікаве про Україну

1. Найбільші озера України мають площу: Ялпуг – 149 км<sup>2</sup>, Кагул – 90 км<sup>2</sup>, Кугурлуй – 82 км<sup>2</sup>, Сасик – 71 км<sup>2</sup>. **Використовуючи додаткові джерела визначте, який об'єм води знаходиться в кожному озері, і яке з цих озер є найбільшим по місткості води.**



2. Українська печера «Оптимістична» - є найдовшою гіпсовою печерою у світі. Сумарна закартована довжина ходів становить понад 267 км. Печера до кінця не розвідана. Вона займає площу близько двох квадратних кілометрів, що зумовлено численністю та звивистістю ходів. Ходи залягають на глибині близько 20-80 м від поверхні.

Має такі підземні озера: Мрія, Частинка Бога, П'ятикутне, Пермське, Фріке, Містик, Кишенька, Мікрон. Останнє озеро претендує на звання найбільшого підземного озера України. Його глибина 5 – 6 метрів, площа водного дзеркала — 500 метрів, температура води 7°C. **Визначте, який об'єм води знаходиться в найбільшому підземному озері України.**

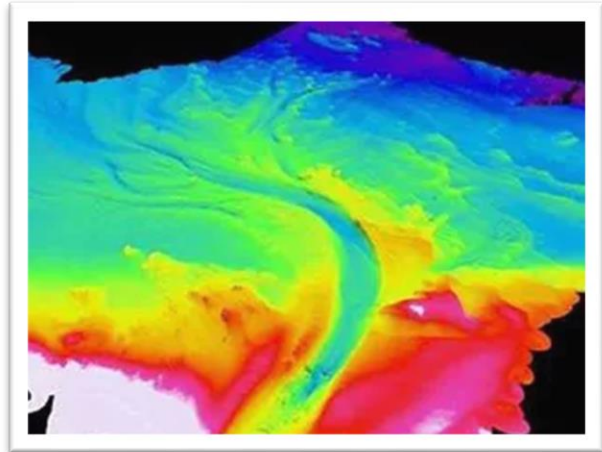


3. Ан-225 «Мрія» — надважкий транспортний літак, створений 1988 року київським КБ імені Антонова. До 2022 року Ан-225 був найбільшим та найпотужнішим літаком у світі. Літак створювався для потреб космічної програми: для транспортування вантажів, космічного корабля «Буран» і компонентів ракетної системи «Енергія». Ан-225 із максимальною злітною масою 640 т був найважчим літаком у світі. У



2004 році Міжнародна федерація повітроплавання внесла Ан-225 до Книги рекордів Гіннеса за його 240 рекордів. Довжина літака 84 м, розмах крила – 88,40 м, площа крила- 905,0 м<sup>2</sup>, висота – 18,1 м. **27 лютого 2022 року Ан-225 був знищений під час боїв за аеропорт Гостомель у ході широкомасштабного російського вторгнення в Україну. Визначити, якого розміру ангар потрібно було побудувати для цього літака.**

4. Єдина у світі підводна річка знаходиться у Чорному морі. Підводна річка в Чорному морі — придонна течія сильно солоної води з Мармурового моря через Босфор і вздовж морського дна Чорного моря. Жолоб, по якому тече річка, має глибину близько 35 м, ширину 1 км і довжину близько 60 км. Швидкість течії води доходить до 6,5 км/год, тобто кожену секунду через канал проходить 22 тис. м<sup>3</sup> води. Якби ця річка текла на поверхні, то вона б була шостою в списку річок по повноводності. У підводної річки виявлені елементи, властиві поверхневим річкам, такі як береги, заплава, пороги і водоспади. **Визначити, який об'єм води приносить ця річка в Чорне море щодоби, щотижня, щомісяця, щороку.**



**1. Для чого вивчати фізику?**

*майбутньому ви можете опанувати новітньою професією, наприклад: космічний гід, хірург зі збільшення пам'яті, сіті-фермер, тощо.*



Професії майбутнього

**2. Цікаво знати, що:**

- Місяць робить один оберт навколо Землі за 27 діб і 8 годин;
- Місяць перебуває на відстані 384000 км від Землі, але щороку віддаляється від неї на 3,8 см;



Цікаво про Місяць



**3. Космонавти під час польоту в космосі збільшуються у рості. А все через те, що в космосі в умовах невагомості через відсутність тиску на хребет всі космічні мандрівники підростають десь на 5 см.**



Про невагомість



**ОЗВ'ЯЗУЮ**

### **Задача 1.**

*"Ах, нарешті вільний! Вітаю, мій пане! Я готовий виконати твої бажання, ти тільки скажи!"*

Такі слова почув Аладін, коли випадково потер лампу, з якої повалив синій дим, який поступово почав набирати обриси невідомої істоти.

Як ти гадаєш, якої форми набуде джин, який спочатку з'явився у вигляді синього диму?



**Відповідь:** джин знаходиться у газоподібному стані, тому він займає весь об'єм кімнати та приймає її форму.

### **Задача 2.**



«Ну що ти наробиш? Кому я кажу, Альт ?», казав Іванко, збираючи по підлозі деталі моделі молекули води, яку він мав принести на урок фізики як свій проєкт. Його улюблений пес так зрадив, що Іван перед тим, як йти до школи піде з ним на прогулянку, що приграючи від радості, ненароком зачепив хвостом модель.

Як ти гадаєш, на що розпалася модель молекули води?

**Відповідь:** на атоми, які знову можна зібрати в молекулу води

### **Задача 3.**

Карлсон повільно опускав в чашку з чаєм шматочки цукру. І ось вже 10 шматочків непомітно опинилися в чашці. Малюк з подивом дивився на те, що робить його друг, адже іноді здавалося, що чай ось-ось почне вилитися з чашки.

На що Карлсон йому відповів:

- *Спокійно! Тільки спокійно! Ти ж знаєш я не люблю солодке, я проводжу експеримент: скільки шматочків цукру поміститься у звичайну чашку?*

*Я помітив: спочатку чай ніби хоче вилитися з чашки, але через деякий час, коли я перемішую все ложкою, чаю в склянці стає знову так само як і було. Малюк, ти знаєш чому так?*

Малюк похитав головою, що не знає відповіді на це питання.

Що відповів Карлсон Малюку?



**Відповідь:** коли Карлсон перемішував чай з цукром, молекулу води і чаю перемішалися і в результаті дифузії молекули чаю зайняли проміжки між молекулами води. Тому рівень води не змінився.



## МОДЕЛЮЮ

**Експериментальна задача 1.** Використовуючи тільки лінійку з міліметровими поділками, визначити довжину дроту пружини, не розмотуючи її. Поміркуйте та складіть план виконання завдання. Розтягніть пружину та виміряйте її довжину лінійкою. Порівняйте значення, отримані в першому випадку і в другому. Що могло вплинути на точність проведення експерименту?

**Експериментальна задача 2.** Визначити, яку частину об'єму в піску займає повітря? Напишіть алгоритм Ваших дій.

**Експериментальна задача 3.** Верхня частина пляшки має неправильну форму. Маючи лінійку, пробку та достатню кількість води, визначте об'єм пляшки? Напишіть алгоритм Ваших дій.

**Експериментальна задача 4.** Визначте площу поверхні та об'єм тенісного м'ячика. Які вимірювання для цього вам потрібно провести, яким чином їх організувати? Запропонуйте кілька способів.



**Експериментальна задача 5.** Розгляньте під мікроскопом пелюстку фіалки. Поміркуйте, які виміри потрібно зробити, щоб визначити розміри клітини фіалки. Визначте їх.



## ДОСЛІДЖУЮ

**Домашнє експериментальне завдання 1**

**Тема.** "Вимірювання фізичних величин. Визначення пройденого шляху з дому до школи"

**Обладнання:** сантиметрова стрічка.

**Хід роботи:**

1. Вибрати маршрут руху.
2. Приблизно обчислити за допомогою рулетки чи сантиметрової стрічки довжину одного кроку  $L_0$ , м.
3. Обчислити кількість кроків під час руху по вибраному маршруту  $N$ .
4. Обчислити довжину шляху:  $L = L_0 \cdot N$ . Відповідь записати у метрах, кілометрах, заповнити таблицю.
5. Зобразити у масштабі маршрут руху.

№	Довжина одного кроку, $L_0$ , м	Кількість кроків, $N$	Довжина шляху, $L = L_0 \cdot N$ , м	Довжина шляху, $L = L_0 \cdot N$ , км

**Домашнє експериментальне завдання №2****Тема.** "Вимірювання фізичних величин. Вимірювання довжин предметів"**Обладнання:** лінійка, сантиметрова стрічка, рулетка.**Хід роботи:**

1. Виміряйте за допомогою приладів довжини наступних предметів:
  - а) довжину вказівного пальця;
  - б) довжину ліктя, тобто відстань від кінця ліктя до кінця середнього пальця;
  - в) довжину ступні від кінця п'ятки до кінця великого пальця;
  - г) коло шиї, коло голови;
  - д) довжину ручки або олівця, сірника, голки, довжину і ширину зошита
2. Відповідь записати у таблицю.

	Предмет вимірювання	Довжина, см

**Домашнє експериментальне завдання № 3****Тема.** "Вимірювання фізичних величин. Вимірювання свого зросту"**Обладнання:** лінійка, або сантиметрова стрічка, або рулетка.**Хід роботи:**

1. Увечері, перед сном, зніміть взуття, встаньте спиною до косяка дверей і щільно притуліться. Голову тримаєте прямо.
2. Попросіть кого-небудь за допомогою косинця поставити на косяку дверей невелику риску олівцем.
3. Виміряйте відстань від підлоги до відміченої риски рулеткою або лінійкою.
4. Виразіть результат вимірювання в сантиметрах і метрах, запишіть його в зошит з вказівкою дати (рік, місяць, число, година).
5. Проробіть те ж саме вранці. Знову запишіть результат і порівняйте результати вечірнього і ранкового вимірювань.

	<i>Дата проведення вимірювання (рік, місяць, число, година)</i>	<i>Зріст, см</i>	<i>Зріст, м</i>

#### **Домашнє експериментальне завдання №4**

##### **Тема. "Вимірювання фізичних величин. Обчислення об'єму різних тіл"**

**Обладнання:** шмат господарського мила, сірникова коробка, прямокутна гумка, пакет з-під соку або молока, лінійка.

##### **Хід роботи:**

1. Взяти новий шматок мила.
2. За допомогою лінійки визначити довжину, ширину, висоту шматка (см)
3. Обчислити об'єм шматка мила:  $V = a \cdot b \cdot h$  (у  $см^3$ )
4. Відповідь записати у  $м^3$ .
5. Виконати ці дії для інших предметів, заповнити таблицю:

	<i>Предмет вимірювання</i>	<i>Довжина, а, см</i>	<i>Ширина b, см</i>	<i>Висота, h, см</i>	<i>Об'єм V, см<sup>3</sup></i>	<i>Об'єм V, м<sup>3</sup></i>

#### **Домашнє експериментальне завдання №5**

**Тема "Вимірювання фізичних величин. Визначення місткості посудин різної ємності"**

**Обладнання:** лінійка, літрова банка, мірні кухолі, медичні шприци, дитяча пляшечка для молока тощо .

##### **Хід роботи:**

1. Взяти мірні кухолі, медичні шприци, дитяча пляшечка для молока та інший посуд, який має шкалу.
2. Визначити ціну поділки цих мірних пристосувань.
3. Визначити та записати межі вимірювання.
4. За допомогою мірних кухолів знайдіть місткість того посуду, яким ви користуєтеся.
5. Відповідь записати у таблицю:

	<i>Посудина</i>	<i>Ціна поділки, см<sup>3</sup></i>	<i>Об'єм, V, см<sup>3</sup></i>

#### **Домашнє експериментальне завдання №6**

**Тема "Вимірювання фізичних величин. Визначити товщину листка підручника з фізики"**

**Обладнання:** міліметрова лінійка, підручник.

##### **Хід роботи:**

1. Взяти закритий підручник без зовнішніх обкладинок.
2. За допомогою лінійки визначити товщину підручника  $H$ , мм.
3. Визначити кількість листків в підручнику  $N$ . (Подивитися кількість сторінок у підручнику і поділити на 2).

4. Обчислити товщину листка книги  $h=H:N$ , мм.

5. Відповідь записати у таблицю

№	Товщина підручника, $H$ , мм	Кількість сторінок	Кількість листків, $N$	Товщина листка підручника, $h=H:N$ , мм

### Домашнє експериментальне завдання №7

**Тема** "Вимірювання фізичних величин.

**Мета.** За допомогою столової ложки, десертної ложки, чайної ложки та води проградууйте пляшку, щоб отримати домашню мензурку"

**Обладнання:** столова ложка (15 мл), десертна ложка (12,5 мл), чайна ложка (6 мл), пляшки різних розмірів, клей, ножиці.

**Хід роботи:**

1. Взяти пусту пляшку.
2. Наклейте на пляшку смужку паперу шириною 1 см.
3. За допомогою ложок налити у пляшку 40 мл води.
4. Позначити на смужці паперу поділку і написати 40.
5. Повторити дії, поки не заповните пляшку водою.
6. Спробуйте зробити шкалу з меншою ціною поділки.
7. Відповідь записати у таблицю

№	Посудина	Ціна поділки, $см^3$	Об'єм, $V$ , $см^3$

### Домашнє експериментальне завдання №8

**Тема** "Вимірювання фізичних величин. Визначити об'єм однієї краплі води"

**Обладнання:** чайна ложка ( $V=6$ ,  $см^3$ )

**Хід роботи:**

1. Закрийте кран так, щоб з нього капала вода..
2. Порахуйте, скільки крапель води міститься у чайній ложці,  $N$ .
3. Визначте об'єм однієї краплі  $V_0= V: N$ .
4. Проведіть цей дослід кілька разів. Порівняйте результати.
5. Відповідь записати у таблицю

№	Об'єм води в ложці, $см^3$	Кількість крапель, $N$	Об'єм однієї краплі $V_0$ , $см^3$

### Домашнє експериментальне завдання №9

**Тема** "Вимірювання фізичних величин. У будинку капає вода. Визначити щоденні втрати води"

**Обладнання:** годинник, чайна ложка ( $V=6$ ,  $см^3$ )

**Хід роботи:**

1. Знайдіть кран в будинку, з якого капає вода.
2. Візьміть годинник і порахуйте, за скільки часу наповниться водою одна чайна ложка,  $t_0, c$ .
3. Визначити, скільки чайних ложок води витече за 1 добу,  $t=24$  години.
4. Знайдіть об'єм води, що витікає протягом доби  $V=V_0 \cdot N$
5. Відповідь записати у таблицю

№	Об'єм води в ложці, $V_0, cm^3$	Час заповнення водою однієї чайної ложки, $t_0, c$	Кількість ложок, $N=t/t_0$	Об'єм води, $V=V_0 \cdot N, cm^3$
	б			

**Домашнє експериментальне завдання №10****Тема** "Вимірювання фізичних величин. Визначити свій пульс"**Обладнання:** годинник з секундною стрілкою або електронний годинник**Хід роботи:**

1. Навчіться швидко знаходити свій пульс на руці.
2. Візьміть годинник порахуйте, скільки ударів пульсу відчувається за одну хвилину,  $N$ .
3. Проведіть цей дослід кілька разів протягом дня. Порівняйте результати.
4. Відповідь записати у таблицю

№	Час проведення експерименту	Кількість ударів пульсу, $N$

**Домашнє експериментальне завдання №11****Тема** "Вимірювання фізичних величин. Визначення площі вашої долоні, стопи за допомогою палетки"**Обладнання:** листок в клітинку, міліметрова лінійка, олівець.**Хід роботи:**

1. Взяти листок в клітинку і знайти площу  $S_0$  однієї клітинки.
2. Покласти руку на листок та, за допомогою олівця, обвести свою долоню.
3. Визначити кількість цілих клітинок всередині утвореної фігури,  $n$ .
4. Визначити кількість нецілих клітинок всередині утвореної фігури,  $k$ .
5. Обчислити площу фігури неправильної форми:  $S = (n + \frac{k}{2}) \cdot S_0$ .
6. Аналогічні дії виконати зі стопою.
7. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю

№	Площа однієї клітинки, $S_0, mm^2$	Кількість цілих клітинок, $n$	Кількість нецілих клітинок, $k$	Площа фігури $S = (n + \frac{k}{2}) \cdot S_0, mm^2$

## II. МЕХАНІЧНИЙ РУХ

### СКАРБНИЧКА ЦІКАВИХ ФАКТІВ



#### Якою буває швидкість?

Професійні моряки використовують як одиницю швидкості вузол:

$$1 \text{ вузол} = \frac{1 \text{ морська миля}}{1 \text{ година}}$$

1 морська миля = 1 852 м.

Молекули киплячої води рухаються зі швидкістю близько 650 метрів на секунду.

**Найповільніший ссавець у світі** – лінивець. Він переміщується зі швидкістю близько двох метрів на хвилину.

**Найвища швидкість, коли-небудь досягнута людиною** – 39897 км/год. Її розвинули космонавти в модулі «Аполлон-10» під час повернення на Землю.

**Найшвидша жива істота на нашій планеті** – сапсан. Він пікірує на здобич зі швидкістю до 322 км/год.

**Найшвидша сухопутна істота** – гепард, здатний розвинути на коротких дистанціях швидкість до 96 км/год.

**Найшвидший у світі мотоцикл** – модифікований Suzuki Hayabusa. Він розігнався до швидкості 502 км/год.

**Рекорд швидкості для автомобілів** загалом було встановлено 1997 року, коли британський гонщик Енді Грін на реактивному автомобілі Thrust SSC розігнався до 1227 км/год, подолавши звуковий бар'єр.

#### Незвичні змагання

Французький спринтер Даніель Санчума викликав на змагання ... коня. На дистанції 80 м людина спочатку вирвалася вперед, але першим фінішував кінь.

Найбільшу швидкість, яку може розвивати людина – 1,1 м/с, а кінь – 19-21 м/с. Щоправда, людина швидше розганяється з місця, звідки й початковий успіх.

#### Прилад для вимірювання секунд.

До XVIII століття на годинниках не було навіть хвилинної стрілки, а секундна з'явилася тільки в XIX столітті.

Навіть Галілео Галілей відраховував секунди по биттю власного серця – іншого приладу для наскільки точного вимірювання часу тоді просто не було.

#### Наше Сонце таки обертається...

... навколо центра Галактики з періодом обертання близько 180 мільйонів років. За одну секунду Сонячна система повертається на  $6 \cdot 10^{-24}$  градуса.





### Як камінь із праці...



Праца – найдавніша зброя людини. Камінь розкручують на мотузці і ... відпускають. Саме каменем з такої праці Давид переміг велетня Голіафа ( за переказом). Тепер зрозуміло, чому спортсмени – метальники диска або молота, - перш ніж метнути свій снаряд, спершу крутяться з ним на місці: кидок і ... диск летить на 60-70 метрів.

### Цікаве про Україну

1. Довжина території України із заходу на схід 1316 км, з півночі на південь 893 км, довжина кордонів України 6500 км.

*Використовуючи додаткові джерела визначте, скільки часу потрібно туристу, який подорожує Україною, щоб проїхати на легковому автомобілі із заходу на схід, проїхати на велосипеді з півночі на південь та пролетіти літаком вздовж кордону України.*

2. Найбільші ріки ( довжини на території України): Дніпро – 1121 км, Дністер – 925 км, Південний Буг – 806 км, Сіверський Донець – 700 км, Горинь – 577 км, Десна - 575 км, Інгулець – 549 км.

*Використовуючи додаткові джерела визначте, скільки часу потрібно, щоб спуститися по цих річках від витoku до гирла на плоту.*

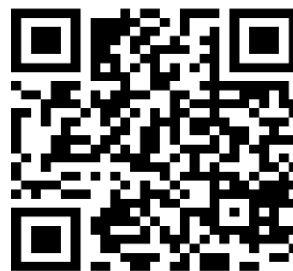
3. Найвищі гірські вершини Українських Карпат: Говерла – 2061 м, Бребенескул – 2035 м, Петрос – 2020 м, Гутин Томнатик – 2018 м, Ребра – 2001 м, Піп Іван – 1936 м. Під час прогулянки середня швидкість пішохода не перевищує 4 км/год. Кількість кроків за одну хвилину становить від 50 до 70. *Визначте, скільки часу потрібно людині, щоб дістатися вершин цих гір та скільки кроків в середньому вона зробить.*

4. Зубр – тварина заввишки до 2 метрів, масою до 1 т. Здатен швидко бігати та перестрибувати з розбігу перешкоди висотою до 2 метрів. На початку ХХ ст. був майже повністю знищений, для відновлення поголів'я були створені спеціальні заповідники. Занесений до Червоної книги України. *Використовуючи додаткові джерела інформації встановіть, з якою швидкістю рухався зубр, і чи перегнав би він інших швидких тварин України: вовка, лося, оленя, косулю. Яка ще цікава інформація про швидких тварин України Вас зацікавила під час пошуку відповіді на поставлене вище питання?*



### Цікаво знати, що:

- ◆ Колібрі - єдині птахи, які можуть літати назад, вперед, вгору, вниз та стояти у повітрі;
- ◆ Леви можуть подолати відстань до 20 метрів за один стрибок;
- ◆ Лебеді можуть летіти зі швидкістю до 88 км/год та приземляються тільки на воду через їх велику вагу.



Про рухи в природі

### Цікаво знати, що:

- ◆ Окремі види бамбука є рекордсменами за швидкістю росту. Бамбук може вирости за добу на 80 сантиметрів, тобто швидкість росту становить майже 4 сантиметри за годину;
- ◆ Така рослина як хміль росте швидко — за 1–1,5 роки виростає до висоти 6 м.



Швидкорослі рослини

### Механічний рух у повсякденному житті.



Навіщо це знати?



ОЗВ'ЯЗУЮ

**Задача 1.** Відомо, що тіло, яке рухається, залишає слід – уявний чи видимий. Про це знає і Іринка, яка навчається в 7 класі. Одного разу дівчинка спостерігала, як по зошиту (в клітинку) рухалася комаха – сонечко. Іринка вирішала відтворити слід комахи і ось що у неї вийшло. (рис.1)

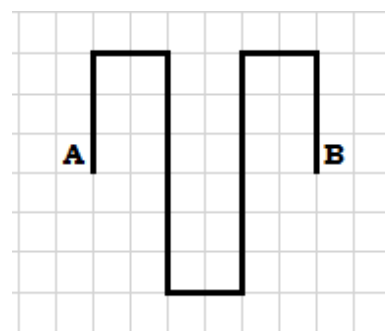


Рис.1

### Завдання 1.

Як називається лінія, яку описує тіло в просторі під час руху?

- А) Шлях
- Б) Слід
- В) Переміщення
- Г) Траєкторія



**Завдання 1.** Записати формулу для знаходження шляху під час рівномірного прямолінійного руху.

$$l = v \cdot t$$

**Завдання 2.** Виразити у СІ швидкість, яка рівна  $126 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ .

$$126 \frac{\text{км}}{\text{год}} = 126 \cdot \frac{1000}{3600} = 35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Завдання 3.** Довжина колони велосипедистів 60 м. Велосипедисти наближаються до мосту через річку, довжина якого 0,3 км. Під час руху колона має швидкість 2 м/с. Визначити час впродовж якого вся колона проїде міст.

<u>Дано:</u>	<u>Розв'язання</u>
$l_1 = 60 \text{ м}$	Шлях, що проїжджає колона велосипедистів
$l_2 = 0,3 \text{ км} = 300 \text{ м}$	$l = l_1 + l_2$
$v = 2 \text{ м/с}$	$l = v \cdot t$
$t = ?$	$l_1 + l_2 = v \cdot t$
	$v \cdot t = l_0 \cdot N$
	$t = \frac{l_1 + l_2}{v} = \frac{60 + 300}{2} = 180 \text{ с} = 3 \text{ хв}$
	<b>Відповідь:</b> $t = 3 \text{ хв}$

**Задача 4.** Подорожуючи річкою, Петрик помітив, що час подорожі за течією менший, ніж час подорожі проти течії, коли теплохід повертався в порт.

**Завдання 1.** Чи однаковий шлях проходить теплохід під час подорожі від порту до точки призначення і назад?

А) Так

Б) Ні

**Завдання 2.** Записати формулу для визначення швидкості руху теплоходу за течією та проти течії річки

$$v_1 = v_T + v_B - \text{за течією}$$

$$v_2 = v_T - v_B - \text{проти течії}$$

**Завдання 3.** Визначити у скільки разів довше теплохід пливе між двома пунктами подорожі проти течії, ніж за течією, якщо швидкість руху теплохода відносно води вдвічі більша, ніж швидкість течії річки.

<u>Дано:</u>	<u>Розв'язання</u>
$v_T = 2v_p$	$v_1 = v_T + v_p - \text{за течією}$
$\frac{t_2}{t_1} = ?$	$v_2 = v_T - v_p - \text{проти течії}$

$$\begin{aligned}v_1 &= 2v_p + v_p = 3v_p \\v_1 &= 2v_p - v_p = v_p\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_1 &= \frac{l}{v_1} = \frac{l}{3v_p} \\t_2 &= \frac{l}{v_2} = \frac{l}{v_p} \\ \frac{t_2}{t_1} &= 3\end{aligned}$$

**Відповідь:**  $t_2 = 3t_1$

### **Задача 5**

Артем вирушив в гості до бабусі велосипедом. Спочатку він 0,5 год їхав на велосипеді з швидкістю 12 км/год. Так трапилося, що велосипед зламався і хлопчик одну годину намагався його полагодити. Нажаль, це йому не вдалося і поїздки до бабусі довелося відкласти. Додому Артем вже повертався пішки зі швидкістю 4 км/год, ведучи велосипед руками.

**Завдання 1.** Чому рух хлопчика не можна вважати рівномірним?

**Відповідь:** Артем рухався з різною швидкістю

**Завдання 2.** Чому дорівнює шлях хлопчика на другій ділянці руху?

**Відповідь:** Оскільки хлопчик ремонтував велосипед, то він залишався на місці. Отже, його шлях рівний нулю.

**Завдання 3.** Визначити середню швидкість руху Артема за весь час подорожі.

**Дано:**  
 $l_0 = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$   
 $t = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$   
 $N = 1200$

$v = ?$

### **Розв'язання**

Шлях, що проходить Мишко:

$$l = l_0 \cdot N$$

$$l = v \cdot t$$

$$v \cdot t = l_0 \cdot N$$

$$v = \frac{l_0 N}{t} = \frac{0,5 \cdot 1200}{600} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

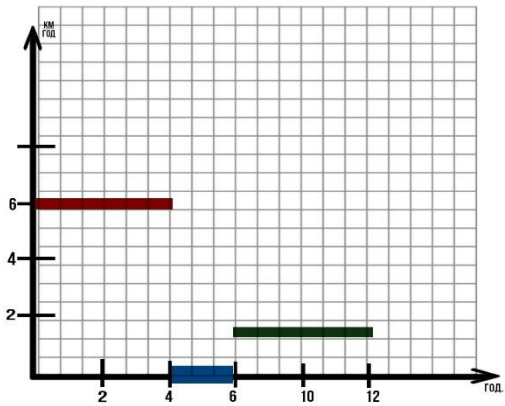
**Відповідь:**  $v = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

### Задача 6.

Група друзів, які люблять туризм, особливо походи під час відпусток, врешті решт таки зібралися в подорож.

Друзям подобається мандрувати Україною, відкриваючи для себе кожного разу щось нове.

І от одного разу один із товаришів запропонував показати рух за допомогою графіку. Графік мав такий вигляд:



#### Завдання 1.

Згідно графіку впродовж якого часу група туристів відпочивала? Скільки часу тривав відпочинок?

**Відповідь:** Туристи відпочивали на ділянці, що позначена синім кольором. Відпочинок тривав 2 години.

#### Завдання 2.

За графіком визначити шлях на кожній ділянці.

**Відповідь:**

$$l_1 = v_1 \cdot t_1 = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}$$

$$l_2 = v_2 \cdot t_2 = 0 \cdot 2 = 0 \text{ м}$$

$$l_3 = v_3 \cdot t_3 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ м}$$

#### Завдання 3.

Визначити середню швидкість руху туристів.

$$v_1 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{t} = \frac{24 + 0 + 12}{12} = 3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$$v_1 = 3 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

**Задача 7.** Яків Ісидорович Перельман (1882-1942) у своїй книзі "Цікава фізика" описує випадок, який трапився із пілотом літака на початку ХХ ст. (літаки тоді літали досить повільно, а кабіна пілота була відкритою). Піднявшись на висоту 2 км, пілот побачив біля свого обличчя якийсь предмет. "Комаха" виявилась кулею з рушниці. Чому пілот зміг спіймати кулю? Використовуючи додаткові джерела інформації встановіть з якою швидкістю рухалися літаки на початку ХХ ст. Яка ще цікава інформація про авіацію та польоти Вас зацікавила під час пошуку відповіді на поставлене вище питання?

**Задача 8.** З Черкаського оглядового колеса видно річку Дніпро, міст, найбільшу в Україні греблю, річкові острови, романтичні світанки і сутінки. Саме ж колесо видно за 10 км до під'їзду в місто. Використовуючи додаткові

джерела знайдіть чи порахуйте такі величини: швидкість переміщення кабінок колеса, радіус колеса, період його обертання.

**Задача 9.** Велосипедист їде рівною прямою дорогою. Одну точку на ободі колеса велосипеда позначено синьою фарбою, а точку на спиці - зеленою фарбою. Намалюйте траєкторії цих точок, розглядаючи рух відносно Землі.

### Алгоритм дій

1. На картоні намалюйте колесо. Позначте дві точки, як запропоновано в задачі. Виріжте його.
2. Вздовж вертикальної поверхні прикріпіть аркуш паперу. Прокотіть без проковзування колесо, та замалюйте траєкторію руху точки на ободі колеса.
3. Проколіть отвір в точці на спиці, вставте ручку та під час руху колеса без проковзування також замалюйте траєкторію руху точки, розташованої на спиці.
4. Проаналізуйте отримані результати. Як змінюватиметься зображення траєкторії за умови наближення експериментальної точки до центра колеса?
5. Використовуючи додаткові джерела знайдіть як називаються отримані під час експерименту криві.



**МОДЕЛЮЮ**

### Карта виготовлення технологічної іграшки “Маятник”

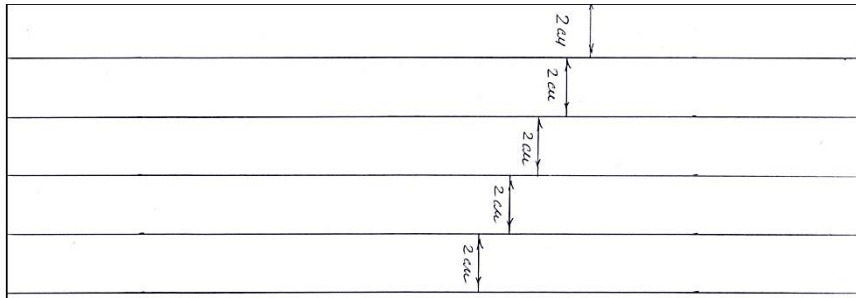


**Обладнання:** гофрокартон (А4 - 1 шт); пістолет клейовий (1 шт); стрижні клейові (1 шт); канцелярський ніж (1 шт); лінійка металева (1 шт); простий олівець (1 шт); ножиці (1 шт); нитка (3 м); бусини від намиста (10 шт).

### План роботи

1. Підготуйте необхідні матеріали для роботи.
2. Використовуючи лінійку та олівець на картоні розміром А4 виконайте креслення деталей за зразком:





3. Розріжте на деталі. На смужці, до якої будуть кріпитися нитки, зробіть неглибокі надрізи. В кожен надріз вставте нитку. Довжину кожного маятника можна міняти пересуваючи нитку через надріз.

4. Виготовте робочу модель технологічної іграшки.

**Підготуйтеся до захисту проєкту:**

1. Перевірте іграшку в роботі. Зніміть коротеньке відео з іграшкою при перенесенні предметів.

2. Підготуйте опис проєкту, в якому вкажіть своє прізвище та ім'я, клас, назву проєкту. Поясніть як працює іграшка, які закони фізики виконуються при її роботі. Де у техніці чи побуті застосовують такі принципи роботи.

Надзвичайно цікавою у роботі є технологічна іграшка "Маятник з магнітом".



**ДОСЛІДЖУЮ**

**Домашнє експериментальне завдання №1**

**Тема.** "Визначення середньої швидкості нерівномірного руху."

**Обладнання:** сантиметрова стрічка, годинник.

Хід роботи:

1. Визначте шлях від школи до будинку
2. Визначте за допомогою годинника час руху.
3. Обчислити середню швидкість руху:  $v = L:t, \text{ м/с}$ .
4. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю:

№	Шлях, $L, \text{ м}$	Час руху, $t, \text{ с}$	Середня швидкість руху, $v, \text{ м/с}$

### **Домашнє експериментальне завдання №2**

**Тема.** "Визначення періоду та частоти обертального руху домашнього побутового приладу."

**Обладнання:** секундомір, домашні побутові пристрої (мікрохвильова піч, пральна машина, міксер, дріль, годинник тощо...)

**Хід роботи:**

1. Розглянути домашній побутовий пристрій, дотримуючись правил безпеки.

2. Визначити на спеціальних табличках, прикріплених до корпусу приладу, або знайти потрібні дані в документах приладу, частоту обертання обертової частини пристрою  $n$ , об/хв.

4. Визначити період обертання пристрою  $T$ :

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

5. Аналогічні дії виконати з іншими пристроями.

6. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю:

№	Частота обертань, $n$ , об/хв	Частота обертань, об/с	Період обертання $T$ , хв	Період обертання $T$ , с

### **Домашнє експериментальне завдання №3**

**Тема.** "Визначення швидкості дифузії у повітрі"

**Обладнання:** флакон з парфумами, лінійка, годинник.

**Хід роботи:**

*Дослід краще проводити удвох. Встати у різні кути кімнати. Один учасник відкриває парфуми, інший визначає час, коли до нього доходить запах парфумів.*

1. Визначте відстань від місця розташування флакона до місця спостереження,  $L$ , м.

2. Відкрийте кришку флакона і ввімкніть секундомір.

3. Розташуйтеся в місці спостереження, і, як тільки відчуєте запах парфумів, зупиніть секундомір і визначте час руху молекул пахучої речовини,  $t$ , с.

4. Обчислити швидкість дифузії:

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

5. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю:

№	Шлях, $L$ , м	Час руху, $t$ , с	Середня швидкість руху, $v$ , м/с

### **Домашнє експериментальне завдання №3**

**Тема.** "Визначення швидкості дифузії у рідині"

**Обладнання:** дві посудини з однаковою кількістю води, але різної температури, акварельні фарби, годинник.

### **Хід роботи:**

1. Обережно занурити у воду однакову кількість акварельної фарби.
2. Ввімкніть секундомір.
3. Розташуйтеся в місці спостереження, і, як тільки побачите, що вся вода рівномірно зафарбувалася, зупиніть секундомір і визначте час дифузії у воді,  $t$ , с.
4. Зробити висновки щодо швидкості дифузії у воді різних температур.
5. Результати вимірювань та обчислень записати у таблицю

№	Ступінь нагрятості води	Час дифузії, $t$ , с
	Прохолодна вода	
	Гаряча вода	

### **Домашнє експериментальне завдання №4**

**Тема.** Визначення довжини кроку.

**Обладнання:** рулетка (сантиметрова стрічка, лінійка), шматок крейди.

#### **Хід виконання:**

##### **Середній рівень:**

1. Стати на асфальтованій доріжці. Крейдою на доріжці позначити положення своє положення.
2. Зробити 5 кроків вперед по доріжці. Крейдою на доріжці позначити своє останнє положення.
3. Рулеткою виміряти відстань між позначками на асфальті  $L$ .
4. Визначити середнє значення довжини кроку за формулою:  $l = L \div 5$ .
5. Зроби фото свого експерименту.

##### **Достатній рівень:**

1. Використовуючи зазначений спосіб, виміряй середнє значення довжини кроку домашнього улюбленця.
2. Які можливості дає тобі знання про таку величину?

##### **Високий рівень:**

1. Оціни середню відстань від дому до школи (або від дому до магазину), використовуючи значення довжини кроку.

### **Домашнє експериментальне завдання №4**

**Тема.** Визначення свого зросту.

**Обладнання:** косинець, олівець, рулетка (мірна стрічка).

#### **Хід виконання:**

##### **Середній рівень:**

1. Станьте рівно спиною до одвірків дверей у кімнаті. Прикладіть косинець до голови й до одвірків (див. рис. 1).
2. Тримавши косинець притуленим до одвірків, повільно розверніться та зробіть позначку олівцем по нижньому положенню косинця на одвірках.

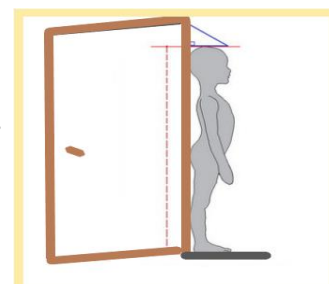


Рис. 1

3. За допомогою рулетки виміряйте свій зріст у сантиметрах (відстань від підлоги до позначки на одвірках).

**Достатній рівень:**

1. Зробіть вимірювання свого зросту увечері перед сном та вранці. Щось змінилося?

***Домашнє експериментальне завдання №5***

**Тема.** Визначення шляху, який подолає велосипед при одному оберті колеса.

**Обладнання:** велосипед, рулетка (мірна стрічка), крейда.

**Хід виконання:**

**Середній рівень:**

1. На передньому колесі велосипеда крейдою збоку в самому низу і на асфальті зробіть невеликі риси.

2. Проведіть велосипед вперед так, щоб переднє колесо зробило один повний оберт. Крейдою на асфальті позначте друге положення колеса.

3. Рулеткою виміряйте шлях **L**, який подолає велосипед при одному оберті колеса.

**Достатній рівень:**

1. Знаючи відстань L, визначте приблизний діаметр колеса за формулою:

$$D = L \div \pi.$$

2. Зробіть селфі на фоні свого велосипеда!

**Високий рівень:**

1. Зобразити траєкторію руху ніпеля на колесі у випадку, коли на велосипеді їде твій товариш, а ти спостерігач.

***Домашнє експериментальне завдання №6***

**Тема.** Визначення швидкості росту горошини (квасолини).

**Обладнання:** одноразовий стаканчик із землею, квасолина (горошина), лінійка.

**Хід виконання:**

**Достатній рівень:**

1. В одноразовий стаканчик із землею посадить квасолину. Почекайте кілька діб поки з'являться перші паростки (див. рис. 2).

2. Встановіть біля зеленого паростка вертикальну лінійку та зазначте на ній початкове значення висоти паростка  $x_1$ .



***Рис.2***

3. Через тиждень (7 діб) зробіть нові спостереження та зазначте на лінійці нову висоту рослини  $x_2$

4. Обчисліть приріст квасолини за тиждень:  $x_2 - x_1$ .

Середню швидкість росту рослини визначте у міліметрах за добу (мм/добу) за формулою:

$$v = (x_2 - x_1) \div 7.$$

5. Не забудьте зробити фото експерименту!

### **Високий рівень:**

1. Використовуючи додаткові джерела інформації, встановіть ТОП-5 рослин, що ростуть найшвидше.

### ***Домашнє експериментальне завдання №6***

**Тема.** Визначення швидкості поширення тіні по поверхні Землі.

**Хід виконання:**

**Достатній рівень:**

У яскравий сонячний день спробуй провести експеримент з визначення швидкості поширення тіні по поверхні Землі. Для цього на освітленому майданчику обери предмет, наприклад стовпчик, від якого чітко на поверхні землі можна спостерігати тінь. Зафіксуй початкове положення тіні рискою на землі та увімкни годинник (секундомір). Через 15 хвилин зафіксуй нове положення тіні. Вимірй відстань, на яку змістилася тінь. Виконуючи прості обчислення на калькуляторі, знайди швидкість поширення тіні. Відповідь подай у сантиметрах за годину (см/год). Не забудь зробити фотофіксацію експерименту, щоб ознайомити з ним вчителя та однокласників.



## **ПОДОРОЖУЮ**

### **КВЕСТ «МЕХАНІКА»**

#### **Мета заходу:**

- ◆ розвивати інтелектуальні здібності учнів, логічне мислення та уяву;
- ◆ навчити учнів приймати рішення, аналізувати та порівнювати явища;
- ◆ формувати вміння працювати в команді.

#### **Обладнання:**

- ◆ гаджети (смартфони);
- ◆ картки із завданнями.



### **СТАНЦІЯ «АНАЛІТИЧНА»**

#### **Завдання 1**

*Використовуючи розклад уроків, виміряти відстань, яку проходить за тиждень вчитель фізики, математики та хімії.*

#### **Завдання 2**

*Використовуючи додаток на **Google Drive**, а саме **Google-таблицю**, показати результати завдання №1 у вигляді стовпчастої діаграми.*

#### **Завдання 3**

*Визначити середню швидкість вчителів фізики, математики та хімії.*

***За отриманими даними визначити:***

**«Найшвидший вчитель»**

**«Найспокійніший вчитель»**

Створити дипломи в сервісі **Canva**

### Підказка до завдання 1.

Щоб отримати підказку учні мають відгадати загадку:

*Можу прямо пробігати,  
Іноді простую криво –  
Рівномірно чи грайливо.  
Починаю з малих спроб,  
Щоби перейти в галоп. (рух)*

**Підказка:** потрібно виміряти відстань від вчительської до кабінетів цих вчителів та додати всі значення, враховуючи те, що це має бути шлях за тиждень.

За виконання всіх завдань команда отримує слово: **РУХ**

## СТАНЦІЯ «КРЕАТИВНА»

### Завдання 1

Намалювати траєкторію руху вчителя фізики та одного учня з класу за один день.

### Завдання 2

Використовуючи секундомір та мірну стрічку, визначити середню швидкість, з якою рухаються учні на урок та з уроку (взяти 2-3 учня з класу)

На основі отриманих даних зробити висновок про тягу учнів до знань.

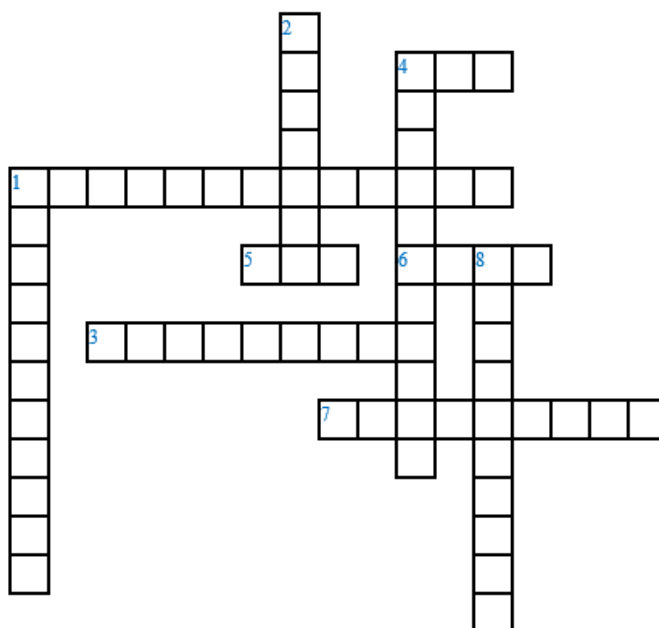
Оформити результати у вигляді інфографіки у **Canva**

За виконання всіх завдань команда отримує слово: **ЦЕ**

## СТАНЦІЯ «ЕРУДИТ»

### Задання 1

На основі отриманих знань з теми «Механічний рух» розгадати кросворд.



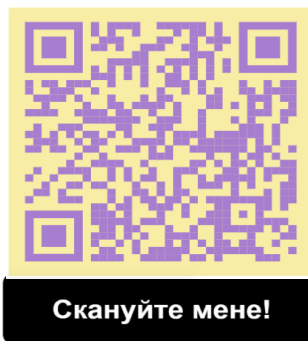
### По горизонталі:

1. Під час цього руху ми йдемо по прямолінійній траєкторії (прямолінійний)
3. Цей прилад є у кожному авто (спідометр)
4. Наше життя – це завжди ... (рух)
5. Що не старіє, не вмирає, а все нищить, забирає? (час)
6. Він містить в собі 1000 міліметрів. (метр)
7. Повзе немов черепаха. Летить як стріла. Яка величина в тілах різна? (швидкість)

### По вертикалі:

1. Що можна визначити на карті, якщо виміряти відстань від м. Львів до м. Київ? (переміщення)
2. Менша сестра хвилини. (секунда)
4. Рух з постійною швидкістю. (рівномірний)
8. Як називається слід ручки в зошиті? (траєкторія)

## Завдання 2



За виконання всіх завдань команда отримує слово: **ЖИТТЯ**

Команда після виконання всіх завдань має скласти відомий вислів.

Участь у квесті принесе учням не тільки позитивні емоції, а й дасть змогу закріпити знання з фізики, математики та інформатики.

## III. ВЗАЄМОДІЯ ТІЛ. СИЛИ В ПРИРОДІ СКАРБНИЧКА ЦІКАВИХ ФАКТІВ



### Цікаве спостереження:

- ◆ щоб вирвати з коренем із землі бур'янину, її треба тягти повільно. Інакше корінчик відірветься і залишиться в землі.
- ◆ багато століть назад китайці придумали іграшку, яка досить популярна у сучасних дітей.




Назва її **йо-йо**.

В обох випадках йдеться про **явище інерції**.



Про фізику - просто!



<p>Маса є у кожного тіла, що знаходиться, як у твердому стані, так і у рідкому або газоподібному. <i>І ти, мабуть, думаєш, що масу вимірюють тільки у кілограмах?</i> Хм...☺</p>	 <p>Про одиниці маси</p>
<p><b>Цікаве питання:</b> що було б якби Земля зупинилася?</p>	 <p>Земля, зупинись!</p>
<p>Уявіть собі потужну сталеву колону, діаметром у 5 м. Площа її перетину становитиме майже 20 м<sup>2</sup>; отже, така колона розривається лише від вантажу в 2 000 000 тонн. Уявіть далі, що ця колона простягається від Землі до самого Сонця, поєднуючи обидва небесні тіла. Чи знаєте ви, скільки таких могутніх колон знадобилося б для утримання Землі на її орбіті? Мільйон мільйонів!</p>	 <p>Мотузки до Сонця</p>

### Повітряні кулі братів Монгольф'є

У Франції в 1783 році синам власника паперової фабрики братам Етьєну і Жозефу Монгольф'є вдалося виготовити повітряну кулю, яка могла підняти людину.



Відбулася демонстрація польоту повітряної кулі діаметром 12 метрів. Це був величезний мішок, зшитий з полотна і обклеєний папером, який був підвішений на площі міста Аннона вище триповерхових будинків, і ніхто не вірив, що це може піднятися в повітря. У топці під оболонкою спалювали шерсть, папір, дерево, мокру соломку. Оболонка почала наповнюватися теплим повітрям і незабаром набула форми



кулі. Вантажопідйомність кулі становила близько 205 кг. Етьєн і Жозеф

шалено боялися висоти і не наважувалися вирушити в повітряний політ самі. Крім того, паперова оболонка повітряної кулі була неміцною і часто згоряла в повітрі під час підйому. Тому першими живими істотами, які здійснили політ на повітряній кулі, були вівця, качка та півень.

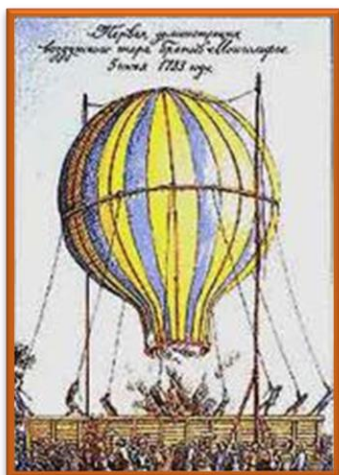
На цій події були присутні король Людовік XVI та Марія-Антуанетта. За 8 хв. куля пролетіла на висоті 520 м близько 3 км.

**Обчисліть швидкість руху цієї повітряної кулі. Використовуючи формулу для знаходження об'єму кулі  $V=(4\pi R^3)/3$ , визначте силу Архімеда, що діяла на цю повітряну кулю. Густина повітря взяти з таблиці «Густина речовини» підручника**



**Р**ОЗВ'ЯЗУЮ

### Задача 1



Жили-були три брати, кликали їх в селі Паньками. От одного разу вирішили двоє з них привітати свого брата з днем народження та спекти йому торт 1 метра довжиною, 2 метрів шириною та 0,5 метра висотою. Та от халепа, були Паньки не на жарт гавами-роззявами, а на столі біля борошна лежали...**цвяхи**. Чи не потрапили в торт цвяхи замість цукатів? Густина торта –  $120 \text{ кг/см}^3$ , а його маса –



0,15 тон.

**Відповідь:** таки сталася халепа і в торт потрапило аж 30 кг цвяхів.

### Задача 2



**Френсіс Дрейк** – відомий англійський пірат. За свої успішні атаки на іспанські галіони йому було присвоєно звання капітана, а потім адмірала. Але він також відомий величезною кількістю відкриттів. Після його кругосвітнього плавання, на його честь назвали протоку – **протока Дрейка**. Френсіс Дрейк приклад пірата в «законі». Він за наказом королеви Англії Єлизавети I забирає з кораблів іспанці золото і срібло.

Цікаво, чи зможе один з членів його команди винести на берег повну скриню з чистим золотом, якщо її розмір 50 см×50 см×1м?

**Відповідь:** Майже 5 т золота відірвати від землі неможливо, хіба що пірат володіє суперсилою :)).

### Задача 3

Як ти гадаєш, чи однакова кількість молока буде в пачці, на якій написано «Нетто 1 кг» чи в тетрапакеті з написом «Об'єм 1 л»?

**Відповідь:** густина молока – 1 030 кг/м<sup>3</sup>. При об'ємі в 1 літр ми отримуємо на 30 г молока більше, ніж при купівлі пачки в 1 кг.



### Задача 4



Наразі дуже популярним є вести свій блог. Правильний контент про цікаві подорожі, різноманітні кулінарії світу, шопінг... дають можливість не тільки побачити багато цікавого, але й збагатити себе фінансово.

Твоя мама вирішила створити кулінарний блог. І перше, що вона буде готувати, це звісно морозиво, адже його любляють всі – і діти, і дорослі.

Матуся готуватиме морозиво за своїм рецептом:

*2 яйця ( 1 яйце має масу 40 г та об'єм 50 см<sup>3</sup> )*

*Цукор – 0,5 склянки ( 1 склянка – 160 г, об'єм 200 см<sup>3</sup> )*

*Сіль – зовсім трішки – дрібочка ( 3 г, 1 см<sup>3</sup> )*

*Молоко – 360 г, 350 см<sup>3</sup>*

*Вершки – 250 г, 240 см<sup>3</sup>*

*Цукор ванільний – 2 ч.л. (16 г, 10 см<sup>3</sup>)*

Яка густина отриманого морозива?

**Відповідь:** густина має бути 0,99 г/см<sup>3</sup>

### Задача 5

Зима – чудова пора року, а особливо, коли на вулиці падає великий лапатий сніг. Ще трішки, і земля накривається великою білою ковдрою.

- А що таке сніг? - запитала Юля у мами, яка працює метеорологом.

- Сніг – це тверді опади, які утворюються при температурі нижче 0 °С. Він складається з безлічі дрібних кристалів льоду, міцно з'єднаних один з одним.





- Дуже цікаво. Сніг – «твердий», а он Андрій з товаришем вже сніговика доліплюють. Піду віднесу їм морквинку для носика.

Поки малеча шукала морквинку, Андрій з товаришем вирішили з'ясувати, яка вага сніговика, якщо він складається з трьох куль різного розміру і різної маси – 5 кг, 8 кг та 10 кг відповідно. Як зміниться вага сніговика, якщо йому вдягнуть відеречко масою 2 кг?

**Відповідь:** вага сніговика буде 230 Н, а якщо з відеречком, то 250 Н. Вага зміниться на 20 Н.

### Задача 6



Петрик – юний експериментатор. Нещодавно на уроці фізики він отримав знання про силу, яка намагається завжди повернути тілу його розмір чи форму. Здогадалися про яку силу йде мова? Звісно, це ж сила пружності.

Прийшовши додому, Петрик знайшов в татовому гаражі стару пружину та вирішив визначити її жорсткість.

Для проведення свого експерименту він взяв татову рулетку та свій рюкзак з книжками. Як ти вважаєш, які

дані отримав Петрик? Чи потрібні ще якісь прилади для проведення експерименту?

**Відповідь:** спочатку виміряємо довжину пружини в недеформованому стані, потім прикріпимо до неї рюкзак і знову вимірюємо довжину. Знаходимо видовження пружини. Але для знаходження жорсткості пружини необхідно знати силу, яка спричинила її видовження. А для цього потрібні терези, щоб знати масу рюкзака. Знаючи масу, знаходимо силу, яка зрівноважена силою пружності. Всі дані є, можна знайти жорсткість пружини.

### Задача 7

Відомий давньогрецький фізик-дослідник Архімед, отримавши корону Гієрона мав з'ясувати, чи виготовлена вона з чистого золота. На той час вже було відомо, що питома вага чистого золота становить 20 Н (вага у повітрі), а питома вага у воді – 18,75 Н. Здавалося, що задача має просте рішення, але складність полягала в тому, що корона мала неправильну геометричну форму, а отже точно виміряти її об'єм неможливо.

Вважаючи, що до золота було додано тільки срібло, визначимо, чи дійсно корона виготовлена із золота. Якщо ні, то скільки в короні було золота і скільки срібла. При вирішенні задачі густину золота вважайте рівною  $20\,000\text{ кг/м}^3$ , густина срібла –  $10000\text{ кг/м}^3$ .

**Дано:**

$$P_{\text{пов}} = 20 \text{ Н}$$

$$P_{\text{вода}} = 18,75 \text{ Н}$$

$$\rho_{\text{з}} = 20\,000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{с}} = 10\,000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$\rho_{\text{к}} = ?$$

**Розв'язання:**

За законом Архімеда вага корони має бути рівною вазі води, яку вона витіснила:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{пов}} - P_{\text{води}}$$

$$P_{\text{к}} = 20 \text{ Н} - 18,75 = 1,25 \text{ Н}$$

$$P_{\text{к}} = 1,25 \text{ Н}$$

З формули  $P_{\text{к}} = mg$ , знайдемо масу води, яку витіснила корона при зануренні.

$$m_{\text{в}} = \frac{P_{\text{к}}}{g} = \frac{1,25 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,125 \text{ кг}$$

Маючи всі дані, знаходимо об'єм корони:

$$V_{\text{к}} = \frac{m}{\rho} = \frac{0,125}{1000} = 0,000125 \text{ м}^3$$

Далі знаходимо масу корони:

$$m = \frac{P_{\text{пов}}}{g} = \frac{20 \text{ Н}}{10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 2 \text{ кг}$$

Наступна наша дія – знаходження густини матеріалу, з якого виготовлена корона.

$$\rho_{\text{к}} = \frac{m}{V} = \frac{2 \text{ кг}}{0,000125 \text{ м}^3} = 16\,000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

**Висновок:** корона виготовлена не із золота.

Тепер з'ясуємо, скільки ж золота і срібла було у короні у процентному відношенні.

Позначимо через  $x$  кількість срібла в % у короні, а через  $(1-x)$  – кількість золота, тоді:

$$10\,000 \cdot x + 20\,000 \cdot (1-x) = 16\,000$$

$$10\,000x + 20\,000 - 20\,000x = 16\,000$$

$$10\,000x = 4\,000$$

$$x = 0,4$$

**Отже, срібла у короні було 40 %, а золота – 60 %.**



**ОСЛІДЖУЮ**

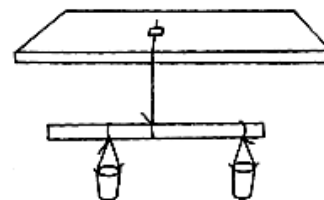
**Експеримент №1**

**Мета експерименту:** Дізнатися, як врівноважити гойдалку, якщо один із предметів важче за іншого.

**Матеріали:** рейка завдовжки в метр, стіл, мотузка, ножиці, клейка стрічка, 15 однакових монет, два паперових стаканчика.

### **Хід експерименту**

1. Обв'яжіть метр мотузки навколо середини рейки. Клейкою стрічкою закріпіть кінець мотузки на краю столу.



2. Покладіть в один паперовий стаканчик п'ять монет, а в іншій - десять. Прив'яжіть стаканчики до кінців рейки.

3. Підводьте стаканчик з десятьма монетами до центру рейки, поки не настане рівновага.

**ПІДСУМКИ:** Перший стаканчик, з п'ятьма монетами, знаходиться вдвічі далі від середини, ніж другий стаканчик.

**ЧОМУ?** Те місце на рейці, навколо якого обв'язана мотузка, називається точкою опори. Вага предмета повертає рейку навколо точки опори. Так само, як і рейка, гоїдалки врівноважуються, коли вантаж з одного боку повертає рейку з такою ж силою, як вантаж з іншого боку. Цього можна домогтися, якщо помістити найбільш легкий предмет далі від точки опори, а важчий - ближче.

### **Експеримент №2. Чотири поверхи**

**Прилади й матеріали:** Келих, папір, ножиці, вода, сіль, червоне вино, соняшникова олія, фарбований спирт.

#### **Етапи проведення досліду**



Спробуємо налити в склянку чотири різні рідини так, щоб вони не змішалися і стояли одна над іншою в чотири поверхи. Втім, нам зручніше буде взяти не склянку, а вузький, що розширюється до верху келих.

Налити на дно келиха солоної підфарбованою води. Згорнути з паперу "ріжок" і загнути його кінець під прямим кутом; кінчик його відрізати. Отвір у "Кульку" має бути завбільшки з головку шпильки. Налити в цей ріжок червоного вина; тонка цівка повинна витікати з нього горизонтально, розбиватися об стінки келиха і по ньому стікати на солону воду.

Коли шар червоного вина по висоті зрівняється з висотою шару підфарбованою води, припинити лити вино. З другого ріжка налий таким же чином в келих соняшникової олії. З третього ріжка налити шар фарбованого спирту.

Ось і вийшло у нас чотири поверхи рідин в одному келиху. Всі різного кольору і різної густини.

#### **Пояснення досліду**

Рідини в келиху розташувалися в наступному порядку: підфарбована вода, червоне вино, соняшникова олія, підфарбований спирт. Найважчі - внизу,

найлегші - вгорі. Найбільша густина у солоної води  $\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , найменша у підфарбованого спирту.  $\rho = 700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

### Експеримент №3 Дивовижний світильник

Прилади та матеріали: свічка, цвях, стакан, сірники, вода.

#### Етапи проведення досліду

Чи не правда, дивовижний світильник у склянці води?



За допомогою цвяха зробити важким кінець свічки.

Розрахувати величину цвяха так, щоб свічка вся поринула у воду, тільки нитка і самий кінець парафіну повинні виступати над водою.

Запалити нитку.

#### Пояснення досліду

- Вибач, - скажуть тобі, - адже через хвилину свічка догорит до води і погасне!

- У тому-то й річ, - відповіси ти, - що свічка з кожною хвилиною коротіє. А раз коротіє, значить і легіє. Раз легіє, значить, вона спливе.

І, правда, свічка буде потрошку спливати, причому охолоджений водою парафін біля краю свічки буде танути повільніше, ніж парафін, навколо нитки. Тому навколо нитки утворюється досить глибока воронка. Ця порожнеча, в свою чергу, полегшує свічку, тому-то наша свічка і догорит до кінця.

### Експеримент №3 "Спостереження сили Архімеда"

**Обладнання:** дерев'яна паличка (прутик), широка банка, відро з водою, невелика пляшечка з пробкою, гумова нитка довжиною не менше за 25 см, шматок жорсткої фольги, блюдце, насичений розчин чистої куховарської солі, сира картоплина.

#### **Хід роботи:**

1. Вштовхуйте паличку у воду і спостерігайте, як вона виштовхується з води. Проробіть це декілька разів.

2. Всувайте банку у воду дном вниз і спостерігайте, як вона виштовхується з води. Проробіть це декілька разів.

3. Наповніть пляшечку водою, закрийте пробкою і прив'яжіть до нього гумову нитку. Тримавши нитку за вільний кінець, спостерігайте, як вона скорочується при зануренні пляшечки у воду. Проробіть це декілька разів.

4. Візьміть блюдце і опустіть його ребром у відро з водою. Блюдце тоне. Тепер опустіть блюдце на воду дном, воно плаває. Чому? Проробіть це декілька разів.

5. Металева пластинка у воді тоне. Загніть краї пластинки так, щоб вийшла коробочка. Поставте її на воду. Вона плаває. Замість металевої пластинки можна використати шматок фольги, бажано жорсткої. Зробіть коробочку з фольги і



поставити на воду. Якщо коробочка (з фольги або металу) не протікає, то вона буде плавати на поверхні води. Якщо коробочка набирає воду і тоне, подумайте, як скласти її таким чином, щоб вода не попадала всередину.

6. Вирізати невелику правильну кульку з м'якоті сирі картоплини, помістити її в склянку з водою. Підливайте у воду потроху насиченого розчину чистої куховарської солі і злегка перемішуйте. Добийтеся спочатку того, щоб кулька трималася в рівновазі в середині склянки, а потім того, щоб вона спливла до поверхні води.

7. Описати явища, що спостерігаються.

8. Зробити висновок.



## ПОДОРОЖУЮ

### КВЕСТ з фізики «Сили в природі»

*«...У світі немає нічого особливого. Ніякого чаклунства. Тільки фізика.»*

Ці слова належать відомому американському письменнику-фантасту та журналісту українського походження **Чарльзу Майклу Поланіку**.

І сьогодні, під час квесту, ми це спробуємо довести.

#### **I. Організаційний етап.**

Клас об'єднуємо в три команди. Кожна команда обирає собі персонажа, за якого буде грати. Всі персонажі – герої кіновсесвіту **Marvel**.

Спочатку діти мають вгадати цей персонаж. Це відбувається на першій станції квесту.

Кожне завдання квесту оцінюється в 10 балів (за правильну відповідь чи виконання). Максимальна кількість балів – 50.

#### **I станція. «ПОЧАТОК ПРИГОД»**

Запитання для I команди	Запитання для II команди	Запитання для III команди
		



#### **II станція. Знайомі незнайомці**

Отримавши картинки, команди мають дати відповіді на наступні запитання

**1. Про яку силу можна говорити, дивлячись на картинку?**

**2. Записати формулу, яка описує дану силу.**

**3. Завдяки якому вченому ми знаємо про цю силу?**

Картинка для першої команди	Картинка для другої команди	Картинка для третьої команди
		

### III станція. Очумілі ручки

#### Завдання для першої команди

**Обладнання:** картоплина, динамометр, посудина з водою, 2 ложки солі.

❖ Обв'яжіть картоплину нитками і зважте динамометром, а тепер опустіть її в банку з водою. Поясніть різницю в показах динамометра.

❖ В одному з двох стаканів, заповнених до половини водою, розмішайте 2 ложки солі, в кожен з них киньте два однакових шматочки сирі картоплини. Що ви спостерігаєте? А тепер в солону воду доливайте прісну, що тепер?

**Про яку силу йдеться мова в досліді?**

#### Задання для другої команди

**Обладнання:** пляшка з-під кетчупу, смужка паперу довжиною 30-40см.

❖ Поставте перевернуту догори дном пляшку з-під кетчупу на смужку паперу довжиною 30-40 см. і розмістіть на краю стола. Якщо ви повільно будете витягувати смужку, то пляшка впаде. А тепер спробуйте різко вдарити по смужці ребром долоні: і пляшка на місці і смужка паперу звільнилася. 5

**Про яке явище йдеться мова в досліді?**

#### Завдання для третьої команди

**Обладнання:** посудина з водою, пластилін, паперова квітка, шкаралупа від горіху.

❖ Візьміть шкаралупу від половини волоського горіха і закріпіть в ній за допомогою пластиліну паперову квітку. Опустіть обережно її на поверхню води, налитой в глибоку чашку або пластиковий контейнер. Тепер обережно накрийте перевернуту догори дном склянкою і опускайте на дно. Намокла ваша квітка? Обережно піднімайте склянку. Квітка знову на поверхні і сухою. **Чому?**

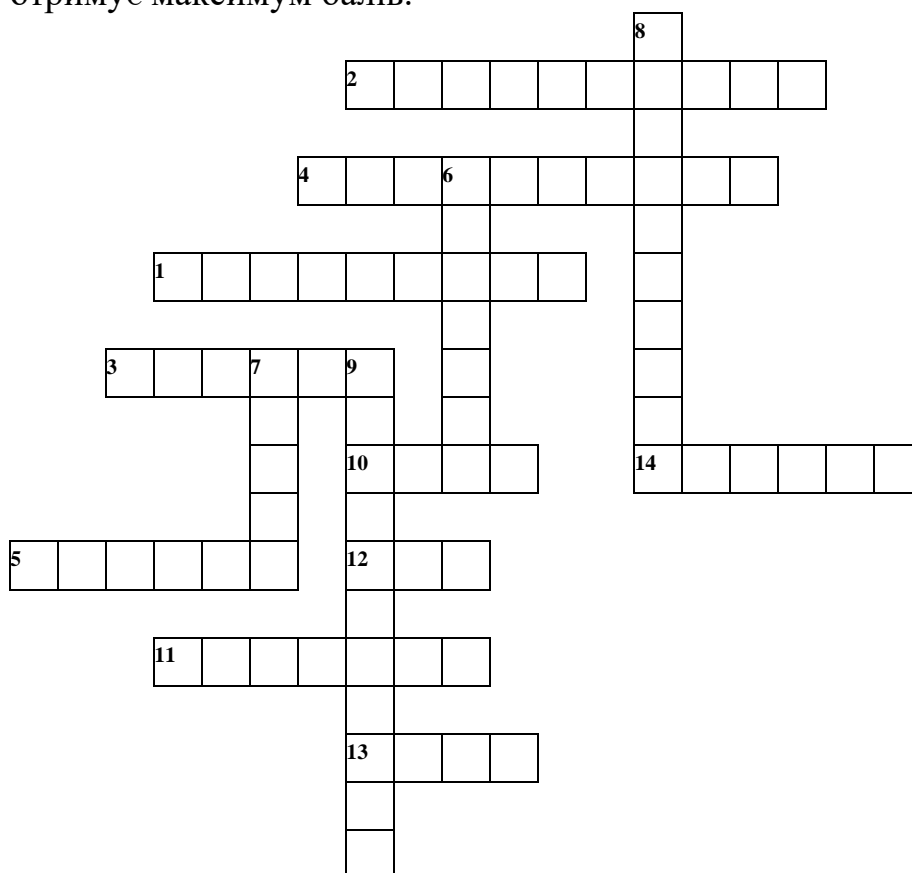
### IV станція. Просторова уява

Кожна команда має за допомогою стрічки скласти фігуру.

Завдання для I команди	Завдання для II команди	Завдання для III команди
		

### У станція. Останній ривок.

Кожна команда отримує кросворд. Хто затратить найменше часу на виконання, отримує максимум балів.



#### По горизонталі:

1. Ця властивість тіла дає змогу витримати силу атмосферного тиску (*пружність*)
2. Що зазнає диван, коли після школи, лежачи на ньому, ви переглядаєте улюблений фільм? (*деформація*)
3. Цей вчений був на скільки ж неуважним наскільки талановитим – він міг замість яйця зварити свій годинник. (*Ньютон*)
4. Прилад для вимірювання сили (*динамометр*)

5. Завдяки цій силі дерева, рослини можуть рости в ґрунті (**тяжіння**)

10. Яка фізична величина характеризується силою, з якою вона тисне на опору чи підвіс? (**вага**)

11. Допоміг царю Сиракуз виявити шахраїв (**Архімед**)

12. Це не тільки відомий фізик, але й біолог. Вперше ввів поняття «клітина» (**Гук**)

13. Щоб виконати будь-яку дію, ми прикладаємо ... (**силу**)

14. Фрукт, що допоміг відомому вченому відкрити один з важливих законів (**яблуко**)

#### По вертикалі

6. Ми бачимо лише 1/9 цього явища природи. (**айсберг**)

7. Як би це явище зникло, ми не могли спокійно пересуватися (**тертя**)

8. Ця лінія показує наскільки завантаженим є водний транспорт (**ватерлінія**)

9. Якщо підстрибнути на уроці фізичної культури, то ми можемо перебувати в цьому стані. (**невагомість**)

**Результати:** після проходження всіх станцій, додаються всі бали за виконані завдання та визначаються переможці.

## IV. ТИСК ТВЕРДИХ ТІЛ І РІДИН

### СКАРБНИЧКА ЦІКАВИХ ФАКТІВ



#### *Цікаво знати, що:*

- ◆ голка чинить на тканину тиск близько 1000 000 Па.



Тиск твердих тіл

#### *Цікаво знати, що:*

- ◆ на кожен квадратний метр поверхні Землі тисне сила приблизно 100000 Н;
- ◆ вуха в літаку закладає через те, що на висоті знижується атмосферний тиск.



Про атмосферний тиск

*Чим цікаві сполучені посудини?*



Про сполучені посудини

1. Висота найвищої гори України – Говерли – становить 2060 метрів. **На скільки міліметрів коротшим є стовп ртуті у ртутному барометрі, розташованому на вершині цієї гори, порівняно з показниками барометра на рівні моря.**

2. У 1960 році дослідники морських глибин швейцарець Жак Піккар та американець Дональд Уолш на батискафі «Трієстр» досягли глибини 10919 метрів, опустившись у найглибшу западину Світового океану – Маріанську западину. **Яким є ваговий тиск морської води на цій глибині?**

3. Найбільше в Україні озеро – Свитязь входить до складу Шацьких озер, що розташовані у Волинській області. Його глибина сягає 58 метрів. **Яким є ваговий тиск морської води на цій глибині?**

4. Одне з найбільших на Дніпрі водосховищ – Кременчуцьке водосховище – має глибину понад 17 метрів. **Яким є ваговий тиск морської води на цій глибині?**



ОЗВ'ЯЗУЮ

### Задача 1

Лев – цар звірів. Після полювання на здобич для свого прайду він вирішив відпочити. Добре посмакувавши «обідом» лев виліз на дерево та влігся на гілку. Але гілка не витримала і цар звірів гепнувся на землю. Яку ж масу мав вгодований лев, якщо гілка витримує тиск 3,8 кПа, а площа тулуба лева, що торкається до гілки 0,5 м<sup>2</sup>.

**Відповідь:** маса царя звірів 190 кг





## Задача 2

«Це якісь неправильні бджоли, і вони дають неправильний мед, але такий смачний», думав Вінні Пух поки ті самі неправильні бджоли жалили йому ніс.

Чи витримає ніс Вінні Пуха атаку бджіл, якщо кожна бджола жалить із силою 0,84 Н, а площа її жала – 0,00012 мм<sup>2</sup>.

Тиск, який може витримати бідний ніс Вінні Пуха – 5ГПа.

**Відповідь:** бджоли чинитимуть тиск 7 ГПа, бідолашний Вінні Пух.

**Задача-оцінка 1.** Оцініть масу атмосфери Землі, використовуючи різні способи розв'язування поставленої задачі. Вкажіть найточніший спосіб розв'язування поставленої задачі.

### Алгоритм дій

**Спосіб 1.** Розпишіть формулу тиску за означенням та визначте шукану величину. Для розрахунку вам знадобляться значення нормального атмосферного тиску, радіуса Землі та коефіцієнт  $g$ .

#### Дано:

$$p_a = 101\,325 \text{ Па}$$

$$R = 6\,371 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$


---


$$m - ?$$

#### Розв'язання:

Атмосфера створює тиск на земну поверхню

$$p = \frac{F}{S}, \quad F = mg, \quad S = 4\pi R^2$$

$$p = \frac{mg}{4\pi R^2}; \quad m = \frac{4pR^2\pi}{g}$$

$$m = \frac{4 \cdot 101325 \cdot (6371 \cdot 10^3)^2 \cdot 3,14}{9,81} \approx 5,27 \cdot 10^{18} \text{ кг}$$

Відповідь:  $m \approx 5,27 \cdot 10^{18} \text{ кг}$

**Спосіб 2.** З додаткових джерел дізнайтеся висоту тропосфери та визначте її об'єм. Врахуйте факти, що густина зменшується з підняттям над поверхнею землі, а тропосфера містить близько 80 % повітря атмосфери.

#### Дано:

$$R = 6\,371 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$h = 12 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$\rho_1 = 1,23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 0,33 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\varphi \approx 0,8$$


---


$$m - ?$$

#### Розв'язання:

Тропосфера має висоту в середньому 12 км, тоді

$$R_{T+a} = R_3 + h$$

Визначимо об'єм тропосфери

$$V_T = V_{T+a} - V_3$$

$$V_T = \frac{4}{3}\pi R_{T+a}^3 - \frac{4}{3}\pi R_3^3$$

$$V_T = \frac{4}{3}\pi(R_3 + h)^3 - R_3^3$$

Густина повітря змінюється від  $\rho_1 = 1,23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – на поверхні Землі до  $\rho_2 = 0,33 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  на висоті 12 м.

Тому в розрахунках використовуємо середнє значення густини

$$\rho_c = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

Отже,

$$m_T = \frac{(\rho_1 + \rho_2) \cdot V}{2}$$

$$m_T = \frac{2\pi(\rho_1 + \rho_2)}{3} \cdot ((R_3 + h)^3 - R_3^3)$$

Тропосфера містить бiль 80% повітря атмосфери, тому

$$m_T = \frac{2\pi(\rho_1 + \rho_2)}{3\varphi} \cdot ((R_3 + h)^3 - R_3^3)$$

$$m \approx 5,98 \cdot 10^{18} \text{ кг}$$

**Відповідь:**  $m \approx 5,98 \cdot 10^{18} \text{ кг}$

**Спосiб 3.** Товщина оболонки тропосфери набагато менша за радіус Землі, тому  $V_{\text{тропосфери}} = Sh$ . Врахуйте факти, що густина зменшується з підняттям над поверхнею землі, а тропосфера містить близько 80 % повітря атмосфери.

Дано:

$$R = 6\,371 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$h = 12 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$\rho_1 = 1,23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_2 = 0,33 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\varphi \approx 0,8$$

$$m - ?$$

Розв'язання:

Товщина оболонки тропосфери набагато менша за радіус Землі, тому:

$$V_T = Sh = 4\pi R_3^2 h$$

Густина повітря змінюється від  $\rho_1 = 1,23 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – на поверхні Землі до  $\rho_2 = 0,33 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  на висоті 12 м.

Тому в розрахунках використовуємо середнє значення густини

$$\rho_c = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

Отже,

$$m_T = \frac{(\rho_1 + \rho_2) \cdot V_T}{2}$$



$$m_r = 2(\rho_1 + \rho_2)\pi R_3^2 h$$

$$m_r = \frac{2\pi(\rho_1 + \rho_2) \cdot R_3^2 h}{\varphi}$$

$$m \approx 5,96 \cdot 10^{18} \text{ кг}$$

**Відповідь:**  $m \approx 5,96 \cdot 10^{18} \text{ кг}$

Дізнайтеся з додаткових джерел значення маси атмосфери та порівняйте з отриманими результатами. Який із способів є найточнішим? Чому?

**Експериментальна задача 1.** Виготовте водяний барометр рибалки. Якою буде ціна поділки такого приладу? Як працює барометр рибалки? Оцініть точність роботи такого приладу.

**Алгоритм дій**

1. У півлітрову пляшку наберіть дистильованої води приблизно  $\frac{1}{3}$  від її об'єму.

2. Скляну трубку, діаметр якої менший наполовину за внутрішній діаметр горла пляшки опускаємо у пляшку так, щоб нижній її кінець на 3-4 см виступав над пляшкою. Трубку в горлі пляшки герметично закріплюємо гумовою пробкою (пластиліном, термоклеєм...).

3. На пляшці маркером помітьте позначку, що відповідає висоті стовпчика рідини у трубці в даний момент. (Якщо є барометр можна дізнатися тиск та записати значення біля позначки).

4. Поміркуйте, яку пропорцію варто скласти, щоб розрахувати ціну поділки вашого приладу. Проградуйте шкалу приладу, дотримуючись ваших розрахунків.



**Розв'язання**

Складаємо пропорцію

$$\frac{1 \text{ мм} - C \text{ м}}{760 \text{ мм} - 10,34 \text{ м}}$$

$$C = \frac{1 \text{ мм} \cdot 10,34 \text{ м}}{760 \text{ мм}} = 1,36 \text{ см}$$

**Відповідь:**  $C = 1,36 \text{ см}$

5. Проведіть спостереження за зміною тиску протягом доби, фіксуючи значення через кожні 2 години до записника.

6. Оцініть точність роботи такого приладу.

7. Дайте відповідь на питання: як працює барометр рибалки?

8. Продовжуючи спостереження переконайтеся: якщо з трубки виходитимуть бульбашки повітря - в найближчі 2-3 дні буде ясна і суха погода (в такі дні гарно клює риба); якщо через верх трубки витікають краплі води - чекайте на негоду (на рибалку йти не варто).

9. Чому зберігати прилад найкраще в кімнаті з постійною температурою і подалі від прямих сонячних променів.

**Експериментальна задача 2.** Використовуючи шприц та інші підручні матеріали створіть діючу модель поршневого всмоктувального насоса. Визначте з якої максимальної глибини артезіанського колодязя можна підняти воду звичайним поршневим всмоктувальним насосом.

#### Алгоритм дій

1. Використовуючи малюнок поміркуйте як за допомогою звичайного шприца можна виготовити діючу модель поршневого всмоктувального насоса.
2. Виготовте прилад та випробуйте його в дії.
3. Поміркуйте, за якої умови вода буде підніматися за поршнем.
4. Обрахуйте максимальну глибину артезіанського колодязя, з якої можна підняти воду звичайним поршневим всмоктувальним насосом.

#### Розв'язання.

Висота стовпа води можна збільшувати до моменту, поки атмосферний та гідростатичний тиск не зрівняються  $p_{\Gamma} = p_a$

Тоді,  $p_a = 101\,325 \text{ Па}$

$$p_{\Gamma} = \rho_{\text{води}} g h_{\text{max}}$$

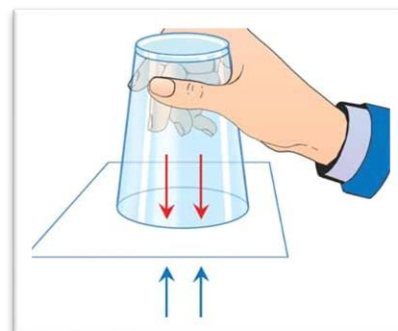
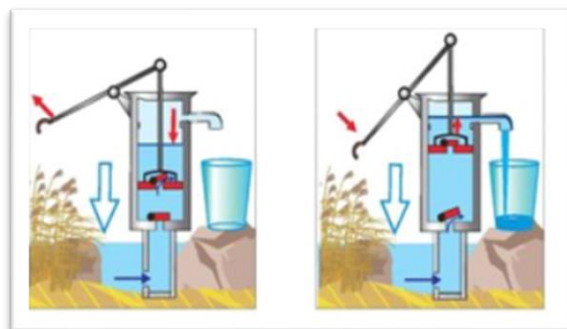
$$h_{\text{max}} = \frac{p_a}{\rho_{\text{води}} g} = \frac{101\,325}{1000 \cdot 10} = 10,34 \text{ м}$$

**Відповідь:**  $h_{\text{max}} = 10,34 \text{ м}$

**Експериментальна задача 3.** У склянку наберіть по вінця води. Прикрийте цупким папером та, притримуючи його, переверніть склянку догори дном. Чому вода не виливається? Оцініть тиск, що створює вода на паперову заслінку і порівняйте з тиском, який створює атмосфера. Визначте максимальну висоту стовпа води, яку може утримувати заслінка під дією атмосферного тиску.

#### Алгоритм дій

1. Налийте у склянку по вінця води.
2. Виріжте з цупкого картону квадрат зі сторонами 8 см на 8 см.



3. Прикрийте картонною заслінкою верх склянки. Притискаючи долонею руки картонну заслінку до склянки, переверніть її, як показано на малюнку.

4. За допомогою лінійки виміряйте висоту стовпа води у склянці. Переведіть в одиниці СІ.

5. Обрахуйте гідростатичний тиск на картонну заслінку.

6. Порівняйте отримане значення з нормальним атмосферним тиском.

7. Дайте відповідь на питання: чому вода не виливається?

**Розв'язання.**

Гідростатичний тиск на заслінку обчислюється за формулою

$$p_{\Gamma} = \rho_{\text{води}} g h$$

Висоту води в склянці вимірюємо лінійкою  $h=10$  см

Тоді,

$$p_{\Gamma} = 1000 \cdot 10 \cdot 0,1 = 10^3 \text{ Па}$$

Нормальний атмосферний тиск  $10^5$  Па, отже  $p_{\Gamma} < p_a$

**Відповідь:** вода не вилася тому, що атмосферний тиск є більшим, ніж гідростатичний у 100 разів.

8. Визначте максимальну висоту стовпа води, яку може утримувати заслінка під дією атмосферного тиску.

**Розв'язання.**

Висота стовпа води можна збільшувати до моменту, поки атмосферний та гідростатичний тиск не зрівняються  $p_{\Gamma} = p_a$

Тоді,  $p_a = 101\,325$  Па

$$p_{\Gamma} = \rho_{\text{води}} g h_{\text{max}}$$

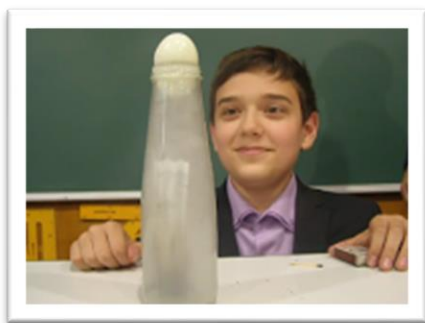
$$h_{\text{max}} = \frac{p_a}{\rho_{\text{води}} g} = \frac{101\,325}{1000 \cdot 10} = 10,13 \text{ м}$$

**Відповідь:**  $h_{\text{max}} = 10,13$  м

**Експериментальні завдання.**

а) Як помістити варене очищене яйце в пляшку з шийкою трохи меншою самого яйця;

б) Як дістати монету з тарілки з водою, не замочивши руки?



Мал. до (а).



Мал. До (б).







## Карта виготовлення технологічної іграшки “Гідравлічний кран з лещатами”

**Обладнання.** Гофрокартон (А4 - 6 шт); роздруківка деталей (А4 - 3 шт); неробоча пальчикова батарейка - 1 шт; зубочистки - 12 шт; суперклеї (3 г); пістолет клейовий (1 шт); стрижні клейові (3 шт); силіконова трубка прозора від крапельниці (2 м); канцелярський ніж (1 шт); шприц №10 без голки (8 шт); стяжки 100 мм (10 шт); мідний дріт (12 см); клей ПВА (200 мл); кусачки (1 шт); лінійка металева (1 шт); простий олівець (1 шт); харчові барвники (4 шт); склянка з водою; іграшка для демонстрації перенесення предмета; ножиці (1 шт).



### План роботи

1. Підготуйте необхідні матеріали для роботи.
2. Ознайомтеся з назвами деталей та їх кількістю, роздрукуйте та виріжте деталі з лист 1, лист 2 та лист 3 (див. таблицю)

<i>Назва деталей та їх кількість</i>	<i>Лист 1</i>	<i>Лист 2</i>	<i>Лист 3</i>
			

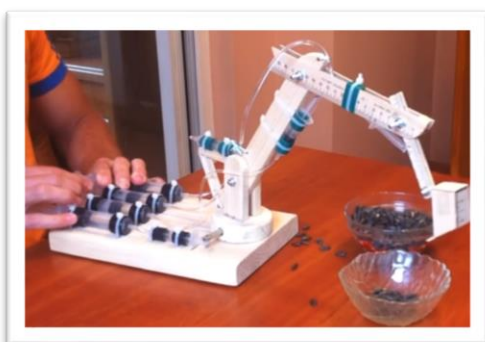
3. Для міцності конструкції склейте по два картони разом.
4. Уважно перегляньте відео “Гідравлічний кран з лещатами”. За вказівками у відео виготовте робочу модель технологічної іграшки.



### Підготуйтеся до захисту проєкту:

1. Перевірте іграшку в роботі. Зніміть коротеньке відео з іграшкою при перенесенні предметів.
2. Підготуйте опис проєкту, в якому вкажіть своє прізвище та ім'я, клас, назву проєкту. Поясніть як працює іграшка, які закони фізики виконуються при її роботі. Де у техніці чи побуті застосовують такі принципи роботи.

Скориставшись планом роботи та викройками основних деталей, можна спробувати виготовити “Гідравлічний кран з ковшом” чи “Гідравлічний кран з магнітним тримачем”. Гофрокартон можна замінити на міцніший матеріал, наприклад, ДВП, фанеру, пластик. Проявіть креативність та спробуйте виготовити гідравлічні крани з дитячого конструктора.



### Карта виготовлення технологічної іграшки “Гідравлічний підйомник”



**Обладнання.** Гофрокартон (А4 - 2 шт); роздруківка деталей (А4 - 2 шт); пістолет клейовий (1 шт); стрижні клейові (1 шт); клей ПВА (100 мл); лінійка металева (1 шт); простий олівець (1 шт); ножиці (1 шт); шило (1 шт); коктейльна трубочка (4 шт); великі шпательки (4 шт); зубочистки (4 шт); приц №10 без голки (2 шт); кусачки (1 шт); канцелярський ніж (1 шт); силіконова трубка прозора від крапельниці (25 см); суперклеї (1 уп).

### План роботи

1. Підготуйте необхідні матеріали для роботи.
2. Роздрукуйте, наклейте на картон та виріжте деталі:





3. Уважно перегляньте відео “Гідравлічний підйомник”. За вказівками у відео виготовте робочу модель технологічної іграшки.



#### Підготуйтеся до захисту проєкту:

1. Перевірте іграшку в роботі. Зніміть коротеньке відео з іграшкою при піднятті предметів.

2. Підготуйте опис проєкту, в якому вкажіть своє прізвище та ім'я, клас, назву проєкту. Поясніть як працює іграшка, які закони фізики виконуються при її роботі. Де у техніці чи побуті застосовують такі принципи роботи.

За бажанням можна виготовити й іншу модель підйомника: “Гідравлічний підйомник-2”.



**ДОСЛІДЖУЮ**

#### Домашнє експериментальне завдання №1

**Тема.** "Обчислити тиск, який ви чините на підлогу, стоячи на одній, двох ногах."

**Обладнання:** листок в клітинку, олівець, ваги.

#### Хід роботи:

1. Взяти листок в клітинку і знайти площу  $S_0$  однієї клітинки.
2. Покласти стопу на листок та, за допомогою олівця, обвести її.
3. Визначити кількість цілих клітинок всередині утвореної фігури,  $n$ .

- Визначити кількість нецілих клітинок всередині утвореної фігури,  $k$ .
- Обчислити площу фігури неправильної форми за формулою:

$$S = \left( n + \frac{k}{2} \right) \cdot S_0, \text{ см}^2, \text{ м}^2$$

- За допомогою підлогових терезів знайти свою масу  $m$ , (кг).
- За формулою обчислити свою вагу:  $P = m \cdot g$ , (Н).
- За формулою обчислити свій тиск, який ви чините на підлогу, стоячи на одній, двох ногах:  $p = P/S$ , (Па).
- Зробити висновок.
- Заповнити таблицю:

№	Площа однієї клітинки, $S_0, \text{ см}^2$	Кількість цілих клітинок, $n$	Кількість нецілих клітинок, $k$	Площа стопи $S = \left( n + \frac{k}{2} \right) \cdot S_0, \text{ см}^2$	Площа стопи $S, \text{ м}^2$

№	Маса учня $m, \text{ кг}$	Вага учня $P, \text{ Н}$	Тиск, стоячи на одній нозі $p, \text{ Па}$	Тиск, стоячи на двох ногах $p, \text{ Па}$

### Домашнє експериментальне завдання №2

**Тема.** "Обчислити тиск, який чинить стілець на підлогу"

**Обладнання:** листок в клітинку, олівець, ваги.

#### Хід роботи:

- Взяти листок в клітинку і знайти площу  $S_0$  однієї клітинки.
- Підкладіть під ніжку стільця листок паперу в клітинку та обведіть ніжку стільця загостреним олівцем.
- Визначити кількість цілих клітинок всередині утвореної фігури,  $n$ .
- Визначити кількість нецілих клітинок всередині утвореної фігури,  $k$ .
- Обчислити площу ніжки стільця за формулою:

$$S_1 = \left( n + \frac{k}{2} \right) \cdot S_0, \text{ см}^2, \text{ м}^2$$

- Підрахуйте площу опори чотирьох ніжок стільця  $S = 4 \cdot S_1$  ( $\text{см}^2, \text{ м}^2$ ).
- Візьміть в руки стілець та за допомогою підлогових терезів знайдіть свою масу разом зі стільцем  $m$ , (кг).
- За формулою обчислити свою вагу разом зі стільцем:  $P = m \cdot g$ , (Н).
- За формулою підрахуйте тиск стільця на підлогу, якщо ви сидите на стільці, не торкаючись ногами підлоги:  $p = P/S$ , (Па).
- Зробити висновок.
- Заповнити таблицю:



№	Площа однієї клітинки, $S_0$ , $см^2$	Кількість цілих клітинок, $n$	Кількість нецілих клітинок, $k$	Площа ніжки стільця $S_1 = \left(n + \frac{k}{2}\right) \cdot S_0$ , $см^2, м^2$	Площа чотирьох ніжок стільця $S = 4 \cdot S_1$ , $м^2$

№	Маса учня разом зі стільцем $m$ , $кг$	Вага учня разом зі стільцем $P, H$	Тиск учня разом зі стільцем $p$ , $Па$	Тиск, стоячи на двох ногах $p$ , $Па$

### ***Домашній експеримент №1***

#### **Тиск рідини на різних висотах**

**Мета:** дослідити, як залежить тиск рідини від висоти підняття.

**Обладнання:** пластикова пляшка, вода, в'язальна спиця.

❖ Візьміть пластикову пляшку, виконайте за допомогою в'язальної спиці отвори на відстані 5, 10, 15, 20 см від дна. Заповніть пляшку водою, поставивши її в раковину, спостерігайте за струменями.

***Зробіть висновок.***

### ***Домашній експеримент №2***

#### **Доказ існування атмосферного тиску. Тиск повітря.**

**Мета:** за допомогою дослідів довести існування атмосферного тиску.

**Обладнання:** пляшка від «Олейни», шкарлупа від горіху, апельсин, картопля, марганцівка, чай в пакетуку, соломинка для коктейлю.

❖ Візьміть кришку від баночки олії «Олейна», накрийте нею склянку, наповнену водою на 1/2 об'єму, притисніть кришку і переверніть склянку.

❖ Візьміть пластиковий контейнер від великого «Чупа-чупс» - сюрпризу, в одну половину налейте води, закрийте зверху тієї половинкою, в якій отвір. Тепер переверніть отвором вниз.

❖ Візьміть соломинку для коктейлю і опустіть одним кінцем у склянку з водою, а другий кінець затисніть пальцем. Не прибираючи пальця, підніміть соломинку і перенесіть воду з її допомогою в іншу склянку. Поясніть: чому в кожному з цих випадків вода не виливається.

❖ Візьміть шкаралупу від половини волоського горіха і закріпіть в ній за допомогою пластиліну паперову квітку. Опустіть обережно її на поверхні води, налітої в глибоку чашку або пластиковий контейнер. Тепер обережно накрийте перевернуту догори дном склянкою і опускайте на дно. Намокла ваша квітка? Обережно піднімайте склянку. Квітка знову на поверхні і сухою. Чому?

## V. МЕХАНІЧНА РОБОТА. ПОТУЖНІСТЬ. ЕНЕРГІЯ

### СКАРБНИЧКА ЦІКАВИХ ФАКТІВ



#### Хто придумав?

Термін «робота» у фізику ввів французький вчений Понселе у 1826 році.

#### Один крок – це багато чи мало

Крок людини еквівалентний роботі в 60,44 Дж (для людини масою 60 кг); занесення ноги – 2,8 Дж; горизонтальне переміщення тіла – 18,12 Дж; вертикальне переміщення тіла – 39,52 Дж.

#### Наше серце

Протягом життя серце виконує таку ж роботу, яка потрібна була б для підйому потягу на найвищу гору Європи – Монблан (4 810 м)

#### Хто потужніше?

Людина на короткий час може розвивати потужність більшу, ніж кінь. Приміром, потужність штангістів у ривку може досягати 4 000 Вт, що дорівнює потужності невеликого автомобіля і у 5 разів перевищує середню потужність коня.

#### Одиниці потужності

*1 ват (Вт)* – потужність, необхідна для здійснення роботи в 1 джоуль за 1 секунду.

У яких одиницях ще вимірюється потужність? Вчені-астрофізики вимірюють її в ергах в секунду (ерг/сек), а в автомобілебудуванні досі можна почути про кінські сили.

Цікаво, що автором цієї останньої одиниці виміру став Джеймс Уатт. На одній із пивоварень, де він проводив свої дослідження, господар накачував воду для виробництва за допомогою коней. І Уатт з'ясував, що 1 кінь за секунду піднімає близько 75 кг води на висоту 1 метр. Ось так і з'явився вимір у кінських силах. Щоправда, сьогодні таке позначення потужності у фізиці вважається застарілим.

#### Що таке енергія?

Вперше саме слово «енергія» згадується Аристотелем в його трактаті «Фізика», але там воно означало діяльність людини.

Слово «енергія» почало використовуватися у звичному нам розумінні лише на початку XIX століття, і ввів його в ужиток Томас Юнг. До цього використовувався в основному латинський термін «*vis viva*», що означає «жива сила».

## Сонячна енергія

Ми з тобою живемо на планеті Земля. Її адреса — Галактика Чумацький Шлях, Сонячна система. Сонце — це джерело енергії, яка бере участь у майже всіх процесах, що відбуваються на Землі. Кожну секунду воно випромінює енергію 386 мільярдів МДж. Коли ця енергія досягає Землі, на кожен квадратний метр має «приходити» за секунду 1367 Дж (величину 1367 Вт/м<sup>2</sup> називають сонячною сталою). Але коли ця енергія проходить через атмосферу, то за рахунок поглинання вона зменшується приблизно в 5 разів. Це та енергія, яка дає нашій планеті життя.

## Енергія природи

Кисень у нашому повітрі й органічні речовини — результат фотосинтезу, який відбувається в рослинах під дією сонячних променів. Гігантський «тепловий насос» веде до пересування великих мас повітря й кругообігу води в природі. Енергія вітру, води, органічних видів палива, не кажучи вже про сонячні електростанції — це також результат впливу Сонця. У всіх цих процесах відбувається перетворення сонячної енергії на інші види енергії.

## Швидше за автомобіль

Датський винахідник Алекс Соза створив спеціальний одяг – екзоскелети, що забезпечений твердими елементами, моторчиками, поршнями тощо і здатен багаторазово підсилювати кожен рух людини. У такому пристрої можна бігати зі швидкістю вантажівки і підіймати руками десятки, а то й сотні кілограмів вантажу.

## Супервинахідник

Найбільш плідним винахідником простих механізмів був геніальний Архімед, якому приписують більше 40 винаходів. Найбільш відомі – гвинт та водопідійомник.

**1. Одна з легенд розповідає, що завдяки запропонованій системі блоків Архімед одним помахом руки спустив на воду важкий розкішний корабель «Сірокосія». Це слугувало приводом для його крилатих слів: «Дайте мені точку опори - і я підніму Землю!». *Скільки рухомих блоків для поліспасти потрібно було взяти Архімеду, якщо водотоннажність корабля складає приблизно 80 тон, а середня сила кисті людини 39 кг (390Н). Вважати, що Архімед використав тільки систему з рухомих і нерухомих блоків.***

### *Розв'язання.*

Рухомий блок дає вигоду в силі в 2 рази. Тому  $80000:39=2051,3$ ,  $2^{11}=2048$ , тобто приблизно 11 рухомих блоків.

**2. У Кременчуцькому водосховищі, створеному на річці Дніпро у 1959 році, накопичено 13500 млн м<sup>3</sup> води, штучно піднятої за допомогою греблі на висоту**

17 метрів. **Обчислити потенціальну енергію усієї піднятої у цьому водосховищі води, узявши за висоту її підйому половину висоти греблі.**

3. Одним з найвідоміших українських винаходів є гелікоптер. Іван Сікорський, український інженер, розробив перший в у світі вертикально злітний і посадковий гелікоптер. Цей винахід відкрив шлях до створення багатьох інших моделей гелікоптерів, які використовуються у цивільних і військових цілях по всьому світу.

Гелікоптер Сікорського, який має масу 2000 кг, піднімається зі швидкістю 5 м/с.

**Яка кінетична енергія гелікоптера на момент підняття? Яка потенціальна енергія гелікоптера на момент підняття, якщо висота підняття складає 100 м?**



4. Перший український космонавт – Леонід Костянтинович Каденюк.

Він народився 28 січня 1951 року в місті Кременчук Полтавської області. Леонід Каденюк став першим українцем, який полетів у космос.

У 1997 році, на борту космічного корабля "Колумбія", Леонід Каденюк взяв участь у 16-денній місії STS-87, яка була однією з місій програми "Космічний Шаттл". Під час цієї місії він виконав функції наукового дослідника, виконавши ряд наукових експериментів у космосі.

Леонід Каденюк здобув звання Героя України за свій внесок у розвиток української космонавтики та науки. Під час своєї місії STS-87 у 1997 році, Леонід Каденюк піднявся на орбіту Землі. У цей час космічний корабель "Колумбія" досягав максимальної висоти близько 380 кілометрів над поверхнею Землі. **Визначити, яку потенціальну енергію мав Леонід Каденюк під час своєї космічної місії, якщо його маса становить приблизно 80 кілограмів.**



ОЗВ'ЯЗУЮ

**Задача 1. Слово «робота» нас супроводжує протягом всього життя. Однак у побуті цим словом ми називаємо будь-який вид людської діяльності: фізичну, розумову, творчу. У фізиці в це поняття вкладають інший зміст, а саме поняття механічної роботи.**

**Механічна робота виконується тоді, коли на тіло діє сила і тіло під дією цієї сили переміщується.**

**Цікаво, що крок людини еквівалентний роботі в 60,44 Дж (для людини масою 60 кг): занесення ноги – 2,8 Дж, горизонтальне переміщення тіла – 18,12 Дж; вертикальне переміщення тіла – 39,52 Дж.**

**А протягом життя серце людини виконує таку ж роботу, яка потрібна була б для підйому поїзда на найвищу гору Європи – Монблан (4810 м).**

**1.1 (С) Для того, щоб почати будівництво, спочатку викопують яму під фундамент за допомогою екскаватора. В якому випадку він виконує більшу роботу: коли піднімає верхній чи нижній шар ґрунту?**

**Відповідь:** ескалатор виконує більшу роботу, коли піднімає нижній шар ґрунту.

**1.2 (Д) Пірнаючи на річці, Василько підняв з дна камінь, об'єм якого становив 0,00006 м<sup>3</sup>, виконавши при цьому роботу 0,9 Дж. На яку глибину пірнув хлопчик, якщо густина каменю становить 2500 кг/м<sup>3</sup>? Опором води знехтувати.**

**Дано:**  
 $V=0,00006 \text{ м}^3$   
 $A=0,9 \text{ Дж}$   
 $\rho_2=2500 \text{ кг/м}^3$   
 $\rho_1=1000 \text{ кг/м}^3$   
 $h=?$

**Розв'язання**  
 $A_{затр}=Fh$  – робота сили, що піднімає камінь.  
 За рівномірного підняття, сили, що діють на камінь, скомпенсовані:  $mg=F_a+F$ .  
 Звідси,  $F=mg-F_a$ .  
 Маса каменю  $m=\rho_2V$ , а сила Архімеда  $F_a=\rho_1gV$ .  
 Тоді,  $F=\rho_2Vg-\rho_1gV=(\rho_2-\rho_1)gV$  і  $A=(\rho_2-\rho_1)gVh$ .

$$h = \frac{A}{(\rho_2 - \rho_1)gV}$$

$$[h] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{Н}}}{\frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{\text{Н}} = \text{м}$$

$$h = \frac{0,9}{10 \cdot 0,00006 \cdot 1500} = 1 \text{ м}$$

**Відповідь:**  $h=1 \text{ м}$

**1.3 (В) Спостерігаючи за тим, як молодший брат будує з дерев'яних кубиків башту, Назар вирішив обчислити, яку роботу виконав братик, якщо тому вдалося вкласти один на одного 5 кубиків. Ребро кубика дорівнює 6 см, а густина дерева 600 кг/м<sup>3</sup>.**

**Дано:**  
 $\rho=600 \text{ кг/м}^3$   
 $a=6\text{см}=0,06 \text{ м}$   
 $N=5$   
 $A=?$

**Розв'язання**  
 Перший кубик залишається на місці  $A_1=0$ . Другий кубик підіймають на висоту  $a$ , виконуючи роботу  $A_2=tga$ . Третій кубик підіймають на висоту  $2a$ , тоді  $A_3=2tga$ . Тоді для четвертого кубика  $A_4 = 3tga$  і для п'ятого  $A_5= 4tga$ .  
 Загальна робота  $A=A_1+A_2+A_3+A_4+A_5=10tga$ . Оскільки маса кубика становить  $m = \rho V = \rho a^3$ , то  
 $A = 10\rho g a^4 = 777,6 \text{ мДж}$ .

**Відповідь:**  $A=777,6 \text{ мДж}$

**Задача 2.** Уявіть, що ваша бабуся живе неподалік і ви зібралися до неї в гості. До бабусі можна добратися автобусом, можна на велосипеді, а можна піти пішки. В кожному з цих випадків ви виконуєте однакову роботу, але час затрачаєте різний.

Найшвидше ви дістанетесь до бабусі автобусом, а на подолання цієї ж відстані, якщо йти пішки, затрачається найбільше часу.

**2.1 (П)** Чому затрачається різний час на подорож до бабусі?

**Відповідь:** в кожному з випадків розвивається різна потужність.

**2.2 (С)** Спостерігаючи за автомобілями, що рухаються по дорозі Ваня помітив, що машини з однаковою потужністю двигуна рухаються по різному: навантажений – рухається повільніше, ніж ненавантажений. Чому?

**Відповідь:** навантажений автомобіль розвиває більшу силу тяги.

**2.3 (Д)** Упродовж 1 с з Ніагарського водоспаду, висота якого 53 м, падає 5700 т води. Обчислити потужність цього водяного потоку.

<p><b>Дано:</b>  <math>t=1\text{ с}</math>  <math>h=53\text{ м}</math>  <math>m=5700\text{ т}=57\cdot 10^5\text{ кг}</math>  <math>N=?</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Розв'язання</b></p> <p>Потужність води: <math>N = \frac{A}{t}</math>  <math>A=FS</math>, де <math>S=h</math> і <math>F=mg</math></p> <p>Тоді, <math>N = \frac{mgh}{t}</math>,</p> <p style="text-align: center;"><math>[N] = \frac{\text{кг}\cdot\text{Н}\cdot\text{м}}{\text{кг}\cdot\text{с}} = \frac{\text{Н}\cdot\text{м}}{\text{с}} = \text{Вт}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>N = \frac{57\cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 53}{1} \approx 3\cdot 10^9\text{ Вт}</math>  <math>N=3\cdot 10^9\text{ Вт}</math></p>
---	--

**Відповідь:**  $N=3\cdot 10^9\text{ Вт}$

**2.4 (В)** Переглянувши мультфільм про Карлсона, Марічка вирішила дізнатися, скільки варення з'їв Карлсон і за допомогою старшого брата Андрія склала таку задачу. «Коли Карлсона нагодували варенням, він затратив для піднімання на дах на 4 с більше часу, ніж зазвичай. Відстань від вікна Малюка до даху – 10 м. Потужність двигунця Карлсона стала і дорівнює 75 Вт. Рух Карлсона в обох випадках вважати рівномірним».

<p><b>Дано:</b>  <math>h=10\text{ м}</math>  <math>N=75\text{ Вт}</math>  <math>g=9,68\text{ Н/кг}</math>  <math>t_2-t_1=4\text{ с}</math>  <math>m=?</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Розв'язання</b></p> <p>У першому випадку потужність Карлсона становить</p> <p style="text-align: center;"><math>N_1 = \frac{A_1}{t_1} = \frac{m_1gh}{t_1}</math></p> <p>Тоді у другому випадку:</p> <p style="text-align: center;"><math>N_2 = \frac{A_2}{t_2} = \frac{m_2gh}{t_2}</math></p> <p>Знайдемо масу Карлсона в кожному з випадків:</p> <p style="text-align: center;"><math>m_1 = \frac{Nt_1}{gh}, m_2 = \frac{Nt_2}{gh}</math>.</p> <p>Звідси маса варення дорівнює:</p> <p style="text-align: center;"><math>m = m_2 - m_1 = \frac{Nt_2}{gh} - \frac{Nt_1}{gh} = \frac{N(t_2-t_1)}{gh}</math>.</p> <p style="text-align: center;"><math>[m] = \frac{\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}\cdot\text{кг}}{\text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}} = \text{кг}</math></p>
--	---

$$m = \frac{75 \cdot 4}{10 \cdot 10} = 3 \text{ кг}$$

**Відповідь:**  $m=3 \text{ кг}$

**Задача 3. Енергія...** Усе в нашому житті пов'язане з нею. Вона безперервно супроводжує усі процеси живої та неживої природи, всі явища, що відбуваються у Всесвіті.

При всіх перетвореннях енергії, вона не зникає і не виникає ні звідки, а лише перетворюється з одного виду в інший. Тому людство навчилося використовувати різні види енергії для свої потреб: це енергія води (ГЕС), вітру (вітряки), Сонця (сонячні батареї). Але перетворення енергії відбуваються і в нашому повсякденному житті: гра в м'яч, стрільба з лука, навіть при заведенні механічного годинника.

**3.1 (С)** В казці Л. Керролла «Аліса в Задзеркаллі» під час чаювання Соня, Кролик та Капелюшник в обідню пору та ввечері заводили механічний годинник. Чи однакову потенціальну енергію має пружина годинника в ці години?

**Відповідь:** в обідню пору потенціальна енергія пружини буде більшою.

**3.2 (Д)** Батьки Марічки займаються садівництвом. В їх саду росте багато дерев яблук та груші. Першими збирають яблука та зберігають в спеціальних приміщеннях із стелажми висотою 1,6 м. Марічка порахувала, що в одному відрі, масою 1 кг, може поміститися 25 яблук. Допоможіть Марічці визначити, яка маса одного такого яблука, якщо для підняття навантаженого відра затрачається 96 Дж потенціальної енергії.

<u>Дано:</u>	<u>Розв'язання</u>
$m_1=1 \text{ кг}$	Потенціальна енергія порожнього відра, що підняте на висоту $h=1,6 \text{ м}$ становить:
$E=96 \text{ Дж}$	$E_1=m_1gh;$
$h=1 \text{ м}$	Потенціальна енергія відра з яблуками, що підняте на висоту $h=1,6 \text{ м}$ становить:
$g=9,8 \text{ Н/кг}$	$E_2=Nm_2gh.$
$N=25$	Тоді, $E=E_1+E_2$
$m_2=?$	$E = (m_1 + Nm_2)gh, m_2 = \frac{E - m_1gh}{N} = 0,2 \text{ кг}$

**Відповідь:**  $m_2=0,2 \text{ кг}$

**3.3 (В)** З якою швидкістю рухається м'яч після удару футболіста, якщо на висоті 3,75 м його кінетична енергія була удвічі більшою за потенціальну? Опором повітря знехтувати.

<u>Дано:</u>	<u>Розв'язання</u>
$h=3,75 \text{ м}$	Виберемо нульовий рівень для розрахунку потенціальної енергії на рівні поверхні Землі. Якщо знехтувати опором повітря, то повна механічна енергія зберігається. Тоді, $W_1=W_2.$
$W_{к2}=2W_{п2}$	
$v_1=?$	



У момент удару м'яч має лише кінетичну енергію, тому повна механічна енергія в цю мить дорівнює:

$$W_1 = W_{k1} + W_{n1} = \frac{m\vartheta_1^2}{2}$$

На висоті  $h$  м'яч має потенціальну і кінетичну енергію, тому повна механічна енергія в цю мить дорівнюватиме:

$$W_2 = W_{k2} + W_{n2} = 3W_{n2} = 3mgh.$$

Прирівняємо повні енергії:

$$\frac{m\vartheta_1^2}{2} = 3mgh$$

$$\vartheta_1^2 = 6gh$$

$$\vartheta_1 = 15 \text{ м/с}$$

**Відповідь:**  $\vartheta_1 = 15 \text{ м/с}$

**Задача 4. Важіль** – один з найбільш поширених і простих типів механізмів у світі, присутній як у природі, так і в рукотворному світі, створеному людиною.

За допомогою важеля довжиною близько трьох метрів (довжина жердини для стрибків у висоту близько п'яти метрів, отже, довге плече важеля, що починається в місці перегину жердини в момент стрибка, становить близько трьох метрів) і правильного прикладання зусилля, спортсмен злітає на запаморочливу висоту до шести метрів

Інший яскравий приклад важеля в повсякденному житті звичайнісінькі двері. Спробуйте відкрити двері, штовхаючи їх біля кріплення петель. Двері будуть піддаватися дуже важко. Але чим далі від дверних петель буде розташовуватися точка докладання зусиль, тим легше вам буде відкрити двері.

**4.1 (С)** Чому дверну ручку кріплять не до середини дверей, а біля краю?

**Відповідь:** щоб збільшити плече важеля, відповідно зменшити силу, яку необхідно прикласти.

**4.2 (Д)** Вантаж якої маси можна підняти за допомогою рухомого блоку, прикладаючи до вільного кінця мотузки зусилля 210 Н, якщо вага блоку 20 Н? Тертя не враховувати.

**Дано:**

$$P_1 = 20 \text{ Н}$$

$$F_2 = 210 \text{ Н}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$m_в - ?$$

**Розв'язання**

Рухомий блок дає вигравш у силі в 2 рази.

$$F_1 = 2F_2$$

$$F_1 = 2 \cdot 210 = 420 \text{ Н}$$

$$F_в = m_в \cdot g; F_в = F_1 - P_1$$

$$F_в = 420 - 20 = 400 \text{ Н}$$

$$m_в = \frac{F_в}{g}$$

$$[m] = \frac{\text{Н} \cdot \text{кг}}{\text{Н}} = \text{кг}$$

$$m = \frac{400}{9,8} \approx 40 \text{ кг.}$$

**Відповідь:**  $m \approx 40 \text{ кг.}$

**4.3 (В)** На урок фізики для виконання лабораторної роботи Максим виготовив терези. Але так трапилося, що він неправильно здійснив заміри і терези вийшли з різними плечами. Тому під час зважування маса тіла на одній шальці становила 40 г, а на іншій – 90 г (за сумою мас гир). Не дивлячись на цей недолік, Максим зміг визначити масу тіла. Яке значення він отримав?

**Дано:**

$$m_1 = 20 \text{ Н}$$

$$m_2 = 210 \text{ Н}$$

$$m_m = ?$$

**Розв'язання**

Тіло спочатку необхідно підвісити до одного плеча, а потім до іншого так, щоб важіль перебував в рівновазі.

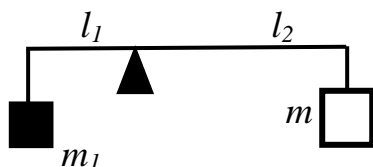


рис.1

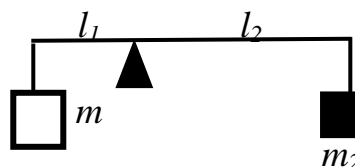


рис.2

Якщо тіло невідомої маси підвісити до плеча, так як показано на рис.1, то умова рівноваги буде:

$$m_1 g l_1 = m g l_2$$

Якщо тіло підвісити до плеча важеля, так як показано на рис.2, то умова рівноваги буде:

$$m g l_1 = m_2 g l_2.$$

Поділивши рівняння, маємо:

$$\frac{m_1}{m} = \frac{m}{m_2}$$

$$\text{Тоді, } m^2 = m_1 \cdot m_2$$

$$m^2 = 3600 \text{ г}^2$$

$$m = 60 \text{ г.}$$

**Відповідь:**  $m = 60 \text{ г.}$

**Задача 5.** Багато хто вважає, що робота простих механізмів, виконана прикладеною силою, і робота з підйому вантажу (корисна робота) однакові. Але на практиці це зовсім не так. Враховуючи тертя, вагу самого важеля і вагу блока, то корисна робота завжди буде меншою, ніж виконана робота. Чому? Відповідь проста: піднімаючи вантаж за допомогою рухомого блоку, ми піднімаємо і сам блок, долаємо тертя мотузки та в осі блоку. І це в кожному механізмі!

Чим більша частина корисної роботи, тим ефективніший механізм, тим вищий його ККД.

**5.1 (С)** Як можна зменшити витрати при виконанні механічної роботи?

**Відповідь:** зменшити тертя, зменшити вагу самих механізмів.

**5.2 (Д)** За допомогою рухомого блока рівномірно піднімають вантаж, прикладаючи силу 100 Н. ККД блока – 82.5 %. Визначити масу вантажу.

**Дано:**

$$F=100 \text{ Н}$$

$$g=9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$m=?$$

**Розв'язання**

ККД блока дорівнює:

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%$$

$A_{\text{кор}}=mgh$  – рівномірне підняття вантажу на висоту  $h$ .

$A_{\text{зат}}=2Fh$  – робота сили на шляху  $2h$  (рухомий блок програє у відстані удвічі).

Тоді,

$$\eta = \frac{mgh}{2Fh} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%.$$

Звідси

$$m = \frac{2F\eta}{g \cdot 100\%}$$

$$[m] = \frac{\text{Н} \cdot \text{кг} \cdot \%}{\text{Н} \cdot \%} = \text{кг}$$

$$m = \frac{2 \cdot 100 \cdot 82,5}{10 \cdot 100} = 16,5 \text{ кг}$$

$$m = 16,5 \text{ кг}$$

**Відповідь:**  $m=16,5 \text{ кг}$ .

**5.3 (В)** Вантаж, маса якого 95 кг, рівномірно піднімають за допомогою рухомого блока, ККД якого 95 %. Визначити масу блока. Тертям у блоці знехтувати.

**Дано:**

$$m=95 \text{ кг}$$

$$\eta=95 \%$$

$$g=9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$m_{\text{б}}=?$$

**Розв'язання**

ККД блока:

$$\eta = \frac{A_{\text{кор}}}{A_{\text{зат}}} \cdot 100\%$$

$A_{\text{кор}}=m_{\text{в}}gh$  – рівномірне підняття вантажу на висоту  $h$ .

$A_{\text{зат}}=(m_{\text{в}}+m_{\text{б}})gh$  – робота з підняття вантажу та блока на висоту  $h$ . Тоді

$$\eta = \frac{m_{\text{в}}gh}{(m_{\text{в}}+m_{\text{б}})gh}$$

$$m_{\text{б}} = \frac{m_{\text{в}}(1-\eta)}{\eta}$$

$$m_{\text{б}} = \frac{95(1-0,95)}{0,95} = 5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{б}} = 5 \text{ кг}$$

**Відповідь:**  $m=5 \text{ кг}$ .



## Дослід «Автомобіль із гумовим мотором»

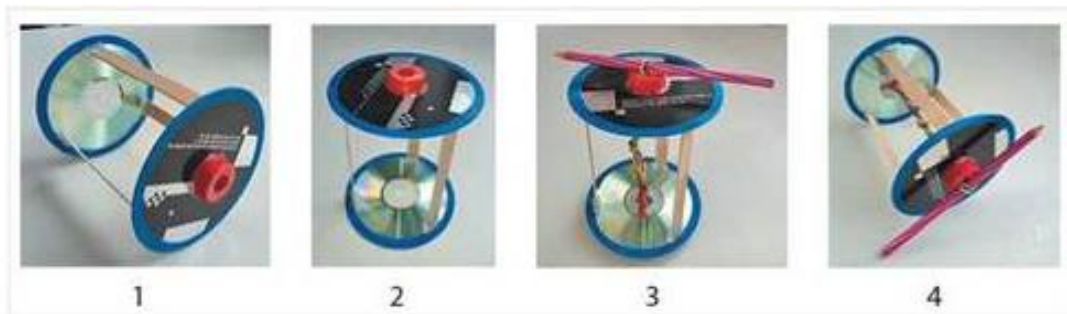
### Обладнання:

- 1) використаний компакт-диск – 2 шт.;
- 2) шпатель дерев'яний довжиною 14 см – 3 шт.;
- 3) кришка діаметром 28 мм для пластикової пляшки;
- 4) резинки діаметром 60 мм – 6 шт.;
- 5) ізоляційна стрічка;
- 6) упор для резинок (олівець або паличка довжиною 7-8 см);
- 7) олівець довжиною 17-18 см.



### Виготовлення пристрою:

- а) з'єднай компакт-диски, шпатель і пластикову кришку, як показано на фото 1, 2 (див.рис.);
- б) протягни резинки крізь отвори в компакт-дисках і зафіксуй їх за допомогою упора для резинок і олівця, як на фото 3, 4.
  1. Підготуй поверхню підлоги.
  2. За допомогою олівця скрути резинку, зробивши певну кількість обертів (вона визначаються шляхом досліду).



3. Обіпрі кінець олівця, який повинен виступати за контур компакт-диска приблизно на 2 см, об поверхню підлоги.
4. Відпусти пристрій:
5. Спостерігай: пристосування рухається поверхнею підлоги. Зроби висновки.

## Карта виготовлення технологічної іграшки “Механічна рука”



**Обладнання.** Гофрокартон (А4 - 1 шт); роздруківка деталей (А4 - 1 шт); пістолет клейовий (1 шт); стрижні клейові (1 шт); клей ПВА (100 мл); лінійка металева (1 шт); простий олівець (1 шт); ножиці (1 шт); шило (1 шт); коктейльна трубочка (2 шт); нитка №10 (2 м); ножиці (1 шт).

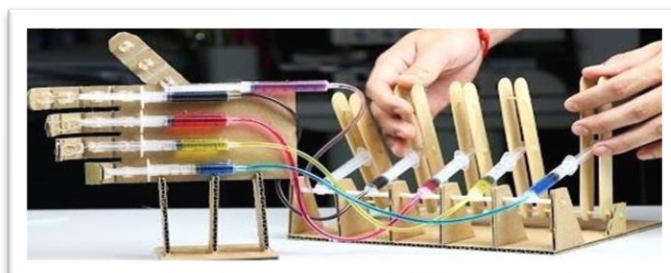
### План роботи

1. Підготуйте необхідні матеріали для роботи.
2. Роздрукуйте, наклейте на картон та виріжте деталі
3. Уважно перегляньте відео “Механічна рука”. За вказівками у відео виготовте робочу модель технологічної іграшки.



### Підготуйтеся до захисту проєкту:

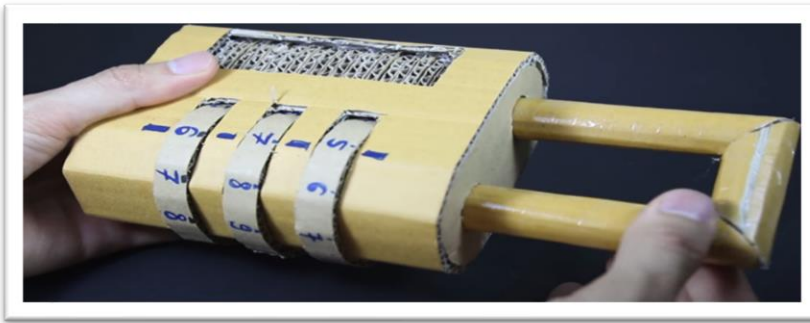
1. Перевірте грашку в роботі. Зніміть коротеньке відео з іграшкою при перенесенні предметів.
2. Підготуйте опис проєкту, в якому вкажіть своє прізвище та ім'я, клас, назву проєкту. Поясніть як працює іграшка, які закони фізики виконуються при її роботі. Де у техніці чи побуті застосовують такі принципи роботи.
3. Скориставшись планом роботи та викрійками основних деталей, можна спробувати виготовити “Механічну руку на гідравлічному керуванні”.



## Карта виготовлення технологічної іграшки “Механічний замок з кодом”

**Обладнання.** Гофрокартон (А4 - 6 шт); пістолет клейовий (1 шт); стрижні клейові (3 шт); лінійка металева (1 шт); простий олівець (1 шт); циркуль (1 шт); канцелярський ніж (1 шт); скотч (1 шт); маркер (1 шт); палички для морозива (4 шт)

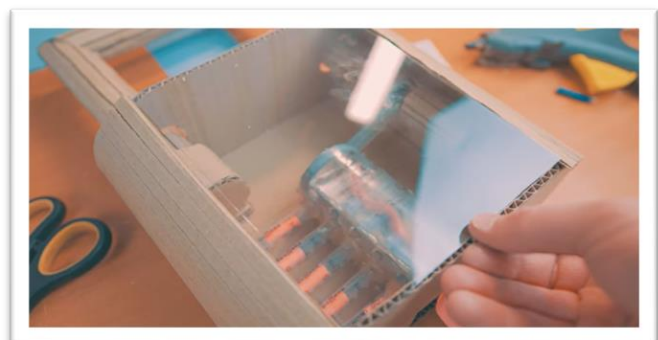
### План роботи



1. Підготуйте необхідні матеріали для роботи.
2. Уважно перегляньте відео. За вказівками у відео “Механічний замок з кодом” виготовте робочу модель технологічної іграшки.

### Підготуйтеся до захисту проєкту:

1. Перевірте іграшку в роботі. Зніміть коротеньке відео з іграшкою при перенесенні предметів.
2. Підготуйте опис проєкту, в якому вкажіть своє прізвище та ім'я, клас, назву проєкту. Поясніть як працює іграшка, які закони фізики виконуються при її роботі. Де у техніці чи побуті застосовують такі принципи роботи.
3. Скориставшись планом роботи можна спробувати виготовити іншу модель “Механічного замка”.



### Проєкт «Цікава рівновага»

**Мета:** дослідити на практиці роль центра тяжіння для рівноваги навколишніх предметів.

**Об'єкт дослідження:** фізичний закон рівноваги і центр тяжіння.



**Предмет дослідження:** цікаві іграшки і різні предмети, які можуть тримати рівновагу.

**Завдання:**

1. Використовуючи Інтернет та фахову літературу знайти матеріали про рівновагу і центр тяжіння.

2. Експериментальним шляхом навчитися знаходити центр тяжіння у різних предметів.

3. Виготовити самому цікаву іграшку, яка перебуває в рівновазі.

**Методи дослідження:** спостереження, порівняння, аналіз, узагальнення, експеримент.

**Гіпотеза дослідження:** вміючи знаходити центр тяжіння, можна самому виготовити цікаві іграшки, які перебувають в рівновазі.

**Актуальність роботи:** у природі всі тіла перебувають в рівновазі, у всіх тіл є центр тяжіння і важливо вміти знаходити його.

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

**План:**

1. Що таке рівновага?
2. Види рівноваги.
3. Рівновага тіл на опорі.
4. Що називають центром тяжіння.
5. Центр тяжіння фігур різної форми.
6. Рівновага в навколишньому світі.

**Джерела, де можна знайти потрібну інформацію:**

<https://naukozavr.info/fizuka/umovy-rivnovagy-til/>

[http://fizmat.kiev.ua/mathaterials/Tema-8\\_11kl.pdf](http://fizmat.kiev.ua/mathaterials/Tema-8_11kl.pdf)

<https://obuchalka.org/2017082795992/zabavnaya-fizika-galpershtein-l-ya-1994.html>

## ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

**I етап. Дослідження на практиці вивченої теорії**

**Дослід №1. Знаходимо центр тяжіння довільної фігури.**

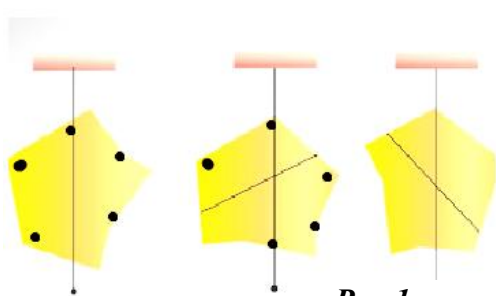


Рис.1

повісили на ту ж зубочистку (отвіс буде показувати вертикальний напрямок на підвішеній фігурі).

Вирізаємо з картону фігуру довільної форми. У кількох місцях ближче до краю потрібно проколоти кілька отворів (див. рис. 1).

На горизонтально закріплену зубочистку повісили фігуру.

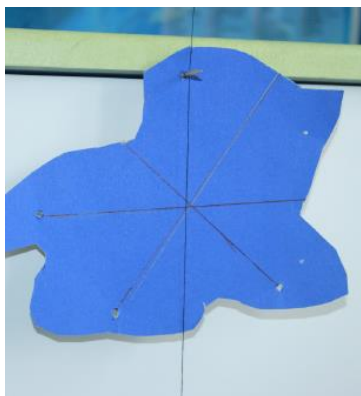
Дуже важливо, щоб фігура вільно коливалася на зубочистці!

Зробили отвіс з тонкої нитки і вантажу, і

зубочистку (отвіс буде показувати вертикальний



Позначили на фігурі вертикальний напрямок нитки. Зняли фігуру, і підвісили її за інший отвір, знову позначили вже новий напрямок нитки отвісу. Точка перетину вертикальних ліній і буде точкою центру тяжіння даної фігури. Спробуємо утримати нашу фігуру на кульковій ручці.



### Дослід №2. Знаходимо рівновагу виделок.

Візьмемо, наприклад, моркву. Потім встромили в неї дві виделки з протилежних сторін під будь-яким кутом. Знизу в морквину по центру встромили зубочистку. Поставили зубочистку вільним кінцем на кришку пляшки з водою. Наші виделки не падають!



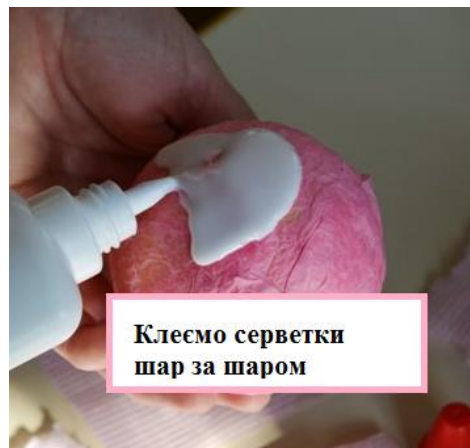
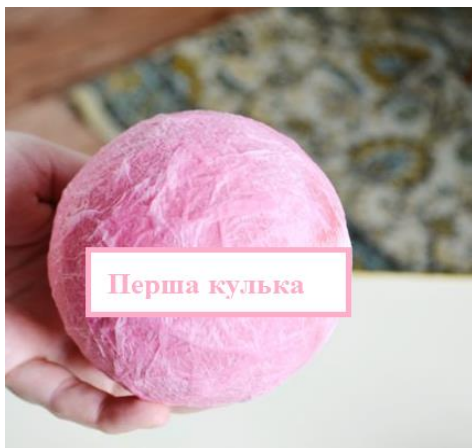
### Дослід №3. Конструкція з цвяхів.

Нам знадобиться 12 великих залізних цвяхів, дерев'яний брусок. Великий цвях забиваємо в брусок. Решта 11 цвяхів збираємо на столі. Обережно піднімаємо всю конструкцію і розміщуємо на капелюшку цвяха. Конструкція прекрасно тримається і навіть може крутитися.



Експеримент показав, що система стійка тому, що центр її мас знаходиться нижче, ніж точка опори. Тому цвяхи знаходяться в стійкій рівновазі.

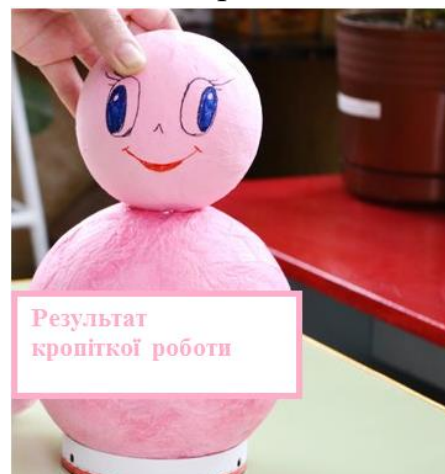
**II етап. Виготовлення іграшки** Після проведених дослідів можна зробити іграшки, що перебувають в рівновазі – це «Івани-покивани». Найзручніше їх зробити в техніці пап'є-маше. Знадобиться чотири повітряні кульки, серветки, клей, пластилін, голка.



Повітряні кульки надуваються до потрібного розміру, перша кулька повинна бути трохи більша за іншу. Потім серветками обклеюємо кульки шар за шаром, залишаючи невеликий отвір зверху. Потрібно дати кулькам висохнути. Коли заготовки стануть твердими, за допомогою голки проколюємо кульки та витягуємо їх.

Акуратно розрізаємо паперову основу кулі навпіл канцелярським ножом. У нижню частину укладаємо вантаж і закріплюємо його пластиліном. Після цього скріплюємо дві половинки кулі і наносимо ще шар серветок з клеєм. Після повного висихання великої кулі, потрібно з'єднати її з меншою, щоб вийшла заготовка іграшки-неваляшки. Наносимо останній шар паперу з клеєм і даємо висохнути.

У другій іграшці центр тяжіння буде знаходитися у верхній частині. Розфарбовуємо – і наші іграшки готові!



**ОСЛІДЖУЮ**

### *Домашнє експериментальне завдання №1*

#### **ФОНТАН У ПРОБІРЦІ**

**Обладнання:** склянку із водою, невелика пластикова пляшечка.

#### **Хід роботи:**

1. Візьміть невелику пластикову пляшечку і обережно відрізати її дно, щоб вийшла трубка. Верхній кінець пляшечки затягніть плівкою від дитячої гумової кульки.

2. Налити в трубку води і закривши її рукою, опустити під воду рукою вниз. Прийміть під водою руку і підняти пляшечку до води так, щоб у неї увійшло повітря і в пляшці залишився шар води товщиною 1 см.

Поверхня води в пляшечці повинна бути на рівні поверхні води у склянці.



3. Тепер злегка вдарити по гумовій плівці пальцем, і відразу всередині трубки виникне фонтан - кумулятивний струмінь води до плівки.

Кумулятивний струмінь (від латинського «cumulo» - збираю) – це тонкий сильний струмінь, викликаний концентрацією енергії у певному напрямку.

4. Зробити висновок.

### Домашнє експериментальне завдання №2

**Тема.** "Визначення механічної роботи, виконаної учнем під час рівномірного підйому сходами"

**Обладнання:** ваги, лінійка.

#### Хід роботи:

1. Визначити лінійкою висоту однієї сходинки  $h$ , порахувати кількість сходинок між сусідніми поверхами,  $N$ .

2. Визначити висоту між поверхами:  $H = h \cdot N$ , м.

3. Визначити на вагах свою масу  $m$ , кг.

4. Знайти силу тяжіння, що діє на тіло:  $F_{тяж} = m \cdot g$ , Н.

5. Обчислити роботу, виконану під час підйому на один поверх:

$$A = F_{тяж} \cdot h, \text{ Дж.}$$

6. Результати записати до таблиці:

№	Висота сходинки, $h$ , м	Кількість сходинок, $N$	Висота між поверхами: $H = h \cdot N$ , м	Маса $m$ , кг	Сила тяжіння, $F_{тяж} = m \cdot g$ , Н.	Механічна робота $A = F_{тяж} \cdot h$ , Дж

### Домашнє експериментальне завдання №3

**Тема.** "Визначення потужності учня під час рівномірного підйому сходами"

Обладнання: ваги, лінійка, секундомір.

#### Хід роботи:

1. Визначити лінійкою висоту однієї сходинки  $h$ , порахувати кількість сходинок між сусідніми поверхами,  $N$ .

2. Визначити висоту між поверхами:  $H = h \cdot N$ , м.

- Визначити на вагах свою масу  $m$ , кг.
- Знайти силу тяжіння, що діє на тіло:  $F_{тяж} = m \cdot g$ , Н.
- Обчислити роботу, виконану під час підйому на один поверх:

$$A = F_{тяж} \cdot h, \text{ Дж.}$$

6. За допомогою секундоміра визначити час, витрачений на повільне підняття сходами:  $t_1$ , с.

7. За допомогою секундоміра визначити час, витрачений на швидке підняття сходами:  $t_2$ , с.

- Обчислити потужність в обох випадках:

$$N_1 = A/t_1, N_2 = A/t_2, \text{ Вт.}$$

- Зробити висновок.

10. Результати записати до таблиці:

№	Висота сходинок, $h$ , м	Кількість сходинок, $N$	Висота між поверхами: $H = h \cdot N$ , м	Маса $m$ , кг	Сила тяжіння, $F_{тяж} = m \cdot g$ , Н.	Механічна робота $A = F_{тяж} \cdot h$ , Дж

№	Час, витрачений на повільне підняття сходами: $t_1$ , с	Час, витрачений на швидке підняття сходами: $t_2$ , с	Потужність під час повільного підняття сходами: $N_1 = A/t_1$ , Вт	Потужність під час швидкого підняття сходами: $N_2 = A/t_2$ , Вт

#### Домашнє експериментальне завдання №4

**Тема.** "Визначення механічної потужності тварин під час рівномірного підйому сходами"

**Обладнання:** тваринка, яка є в наявності (наприклад: собака, кіт, хом'як), ваги, лінійка, секундомір.

#### Хід роботи:

1. Визначити лінійкою висоту однієї сходинок  $h$ , порахувати кількість сходинок між сусідніми поверхами,  $N$ .

2. Визначити висоту між поверхами:  $H = h \cdot N$ , м.

3. Визначити на вагах масу тваринки  $m$ , кг.

4. Знайти силу тяжіння, що діє на тваринку:  $F_{тяж} = m \cdot g$ , Н.

5. Обчислити роботу, виконану під час підйому на один поверх:

$$A = F_{тяж} \cdot h, \text{ Дж.}$$

6. За допомогою секундоміра визначити час, витрачений тваринкою на підйом сходами:  $t_1$ , с.

7. Повторити експеримент ще двічі, отримати  $t_2$ ,  $t_3$ , с.

8. Обрахувати середній час  $t_{сер}$ , витрачений тваринкою на підйом сходами:

$$t_{сер} = (t_1 + t_2 + t_3) / 3, \text{ с.}$$

9. Обчислити потужність тваринки:  $N = A/t$ , Вт.

10. Зробити висновок.

11. Результати записати до таблиці:

№	Висота сходинок, $h, м$	Кількість сходинок, $N$	Висота між поверхами: $H=h \cdot N, м$	Маса $m, кг$	Сила тяжіння, $F_{тяж} = m \cdot g, Н.$	Механічна робота $A=F_{тяж} \cdot h, Дж$

№	Час підйому: $t_1, с$	Час підйому: $t_2, с$	Час підйому: $t_3, с$	Середній час підйому: $t_{сер}, с$	Потужність під час підйому сходами: $N=A/t, Вт$

### Домашнє експериментальне завдання №4

**Тема.** Спостереження перетворення потенціальної енергії в кінетичну під час коливання тіла, підвішеного на нитці"

**Обладнання:** тверде тіло, нитка.

#### Хід роботи:

1. Прив'язати тіло до нитки та прикріпити до підвісу, щоб тіло могло здійснювати вільні коливання.
2. Відхилити тіло від положення рівноваги та відпустити.
3. Спостерігати за коливаннями тіла протягом деякого часу, зробити рисунки положення тіла, коли воно має:
  - а) найбільшу потенціальну енергію;
  - б) найменшу потенціальну енергію;
  - в) найбільшу кінетичну енергію;
  - г) найменшу кінетичну енергію.
4. Провести аналіз результатів та зробити висновок.
5. Проаналізувати положення кульки, як відбувається перетворення енергії, чому коливання тіла з часом згасають, на що витрачається енергія тіла, що коливається. Зробіть висновок: чи підтверджується на досвіді справедливність закону перетворення та збереження енергії.

## VI. КАРТКИ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ

### Чек-лист. Яблуко знань




<input type="checkbox"/>	Нічого не відкрив	<input type="checkbox"/>	Дещо дізнався	<input type="checkbox"/>	Супер! Дізнався багато цікавого
					



Оберіть яблуко, яке показує, скільки нового для себе ви відкрили сьогодні на уроці.

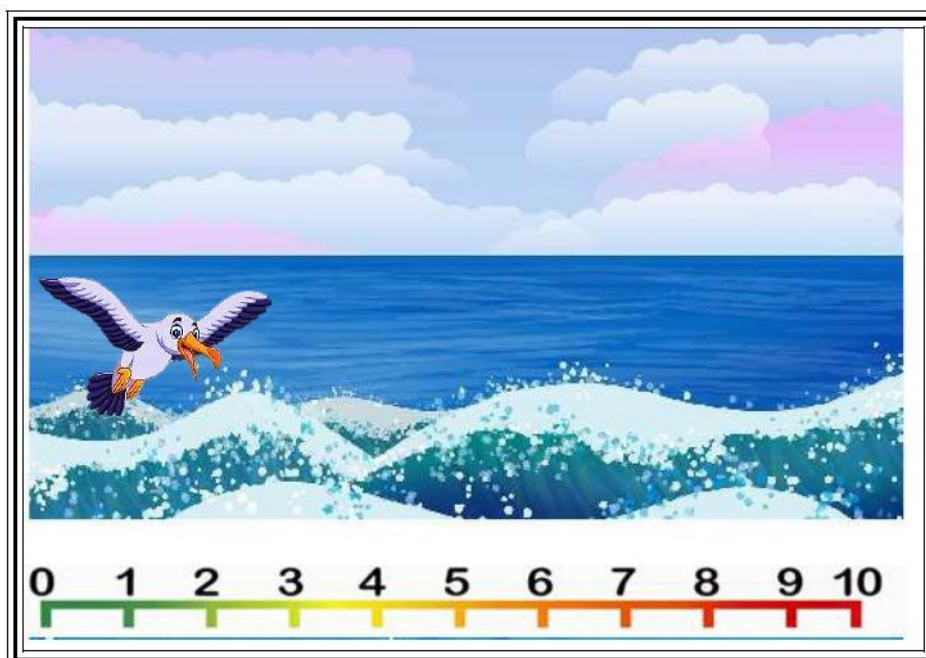
### Чек-лист. Перепустка

Для того, щоб урок тобі запам'ятався і ти міг вийти з класу з отриманим багажем знань, напиши, що сьогодні ти дізнався на уроці.



Я навчився	Я дізнався	Мені запам'яталося
		

### Чек-лист. Шторм


Уважно подивися на шкалу. Перемісти буревісника по шкалі твоєї активності на уроці (наприклад, 0 – штиль (не активний), 10 – шторм (активний))



## Чек – лист. День-ніч

<p><b>Ясно, як день</b> Що для тебе сьогодні було зрозумілим на уроці?</p>	<p><b>Темно, як ніч</b> Що ти сьогодні не зрозумів?</p>
	

## Чек- лист. Скриня інструментів

 <p>Які знання та вміння, отримані сьогодні на уроці, ти зможеш використати у своєму житті?</p>	
---	--

## Чек-лист. Зорепад

<p><b>На скільки та був активним сьогодні на уроці?</b></p>	
<p><b>Жовті зірки – розуміння теми (від 1 до 12)</b></p>	
<p><b>Блакитні зірки – активність на уроці (від 1 до 12)</b></p>	
<p><b>Зелені зірки – постав собі оцінку (від 1 до 12)</b></p>	








## Чек-лист. Циферблат

Оціни від 1 до 12 свої знання з теми уроку. Зроби це на початку уроку, а потім – наприкінці уроку.	
Початок уроку	Наприкінці уроку
	

## Чек-лист. Моя підготовка до уроку.

Постав галочки до відповідних тверджень

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 Я супер учень/ учениця	 Мені подобається як я виконав/ виконала завдання	 Всі завдання виконав/ виконала	 Мені не вдалося виконати всі завдання	 Сьогодні я не готовий до уроку

## Креативні техніки формувального оцінювання

**Сенсація.** Уяви, що ти репортер. Напиши коротко (2 -3 речення) на скільки важливі знання, отримані на уроці.

**Лайфхаки.** Опиши на прикладі, як можна використати отримані знання, щоб ефективно розв'язати побутову проблему, тим самим заощадити собі час.

**Я тебе малюю.** Намалюй, як у твоїй уяві виглядає явище, поняття...

**Пошук скарбів.** Створіть інфографіку (карту), яка допоможе вам краще запам'ятати та зрозуміти основні поняття та терміни вивченої теми.

**Угода.** На першому уроці кожен учень повинен прописати правила поведінки, які потім вони будуть дотримуватися і надалі. Листки з правилами можна скріпити та завірити символічною печаткою.

# ПРАЦЮЄМО В КОМАНДІ

## 1. ЗНАЙОМСТВО

Залишіть учасників вашої команди. Вирішіть, які завдання будуть виконувати учасники, відповідно до їх вподобань. Оберіть лідера команди.



## 2. ГЕНЕРУЄМО ІДЕЇ

Уважно читаємо завдання. Записуємо все, що вам відомо до теми завдання. Памя'ятаємо: кожна ідея - важлива :)



## 3. ПЛАНУЄМО

Складаємо план виконання завдання.



## 4. РОЗВ'ЯЗУЄМО

Опрацюємо ідеї. Обираємо правильний напрям, виконуємо завдання



## 5. ПРАЦЮЄМО ТВОРЧО

Оформляємо рішення вашого завдання; малюємо інфографіку, розповідаємо... Вирішуємо командою, як це зробити :)



## 6. ОЦІНЮЄМО

Оцінюємо роботу групи. Записуємо результати роботи групи в картку "Групове самооцінювання"



## 7. ПРЕЗЕНТУЄМО

Обриємо члена вашої команди, який представить результати командної роботи. Можливо, ви це будете робити разом.)



## 8. РЕФЛЕКСІЯ

Сьогодні ми дізналися...  
Найкраще нам вдалося...  
Цікавим було...  
Нам сподобалося...  
Наш успіх сьогодні це...



# ЧЕК-ЛИСТ ДО УРОКУ

## Працюємо творчо

### 1. Будь відкритим

Напиши, що тобі відомо з цієї теми уроку



### 2. Будь уважним

Які основні поняття, явища характеризують тему уроку



### 3. Зроби нотатки

Запиши в зошит основні визначення, формули...



### 4. Зроби перерву

Покажи (намалюй) емоцію твого настрою на уроці



### 5. Досліди

Знайди цікаву інформацію, яка стосується теми уроку. Розкажи про те, що ти дізнався, однокласникам



### 6. Працюємо разом

Разом зі своїми друзями дізнайся, як можна використати отримані знання у вашому житті. Наведіть приклади.





**Селфі.** Учні можуть використати смартфон як інструмент самооцінки. Вони показують емоцію (як почуваю себе на уроці, як зрозуміли тему...), фотографують. Вчитель може вивести емоції учнів на екран, після цього учень(за бажанням) пояснює своє фото

### **Інстаграм-історія**

Учням пропонується створити невеличке сторіз уроку, зафіксувавши його основні моменти.

### **Індивідуальна картка навчального поступу учня**

<i>Ім'я учня</i> _____				
<i>++ має значні успіхи;</i>				
<i>+ демонструє помітний прогрес</i>				
<i>✓ досягає результату з допомогою вчителя;</i>				
<i>! потребує значної уваги і допомоги</i>				
<i>Ціль / уміння</i>	<i>дата</i>	<i>дата</i>	<i>дата</i>	<i>дата</i>
<i>Відповідає на питання «так/ні»</i>				
<i>Відповідає на спеціальні питання</i>				
<i>Взаємодіє з іншими</i>				

## Групове самооцінювання



Ім'я: \_\_\_\_\_

Клас: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Тема: \_\_\_\_\_ Імена членів групи \_\_\_\_\_

Вирішіть групою, кому яка підходить характеристика. Потім, заповніть решту речень.

	Так	Ще ні
Ми вчасно завершили роботу		
Ми разом працювали над завданням		
Ми підбадьорювали одне одного		
Ми всі ділилися ідеями		
Ми слухали ідеї одне одного		
Ми все робили по черзі		
Ми старалися над		
Наступного разу будемо краще працювати над		

## Картка самооцінки роботи в групі

<i>Досягнення</i>	<i>Завжди</i>	<i>Часто</i>	<i>Інколи</i>
Відчувала/відчував задоволення від спільної праці			
Брала/брав активну участь у виконанні групових завдань			
Дослухалася/дослухався до думки інших членів групи			
Готова була/готовий був допомагати іншим членам групи у разі потреби			
Ставила/ставився з повагою до думки та дій інших			

## Мій внесок у групову роботу (для учня)

Моя роль в групі є \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Я роблю наступне:

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Я говорю наступне:



Найважча робота є \_\_\_\_\_.

Найкраща частина є \_\_\_\_\_.

Я оцінюю виконання ролі \_\_\_\_\_

як \_\_\_\_\_.

## Форма Оцінювання командної роботи

Учні використовують цю форму, щоб оцінити свої вміння співпрацювати з іншими

	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Управління власним навчанням</b>	<i>Я беру вдумливу, активну роль у моєму власному навчанні. Я щоденно роблю виклик собі, тому я можу зробити все можливе для успіху групи. Я постійно демонструю щире бажання вчитися і ділитися своїми ідеями з моїми</i>	<i>Я зазвичай беру активну роль у моєму власному навчанні, тому я можу зробити все можливе для успіху групи. Я часто ділюся своїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.</i>	<i>Я іноді беру активну роль у моєму власному навчанні. Я іноді ділюся своїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.</i>	<i>Я рідко беру активну роль у моєму власному навчанні. Я часто не беру участь у спільному обговоренні і діяльності. Я рідко ділюся моїми ідеями і ставлю запитання однокласникам.</i>



	<i>однокурсниками.</i>			
<b>Виконання завдань</b>	<i>Я завжди вдумливо виконую повністю мої завдання, і я готовий внести свій вклад в роботу групи. Моя робота показує, що в мене є велике прагнення до навчання.</i>	<i>Я виконую мої завдання, і я готовий внести свій вклад в роботу групи.</i>	<i>Я, напевне, потребую нагадування, щоб виконувати завдання, щоб група не чекала мене і я маю збільшити мій вклад у роботу групи.</i>	<i>Я не завершую мої завдання, і я не завжди готовий внести свій вклад в роботу групи. мені постійно потрібно нагадувати про виконання завдання.</i>
<b>Участь в обговореннях</b>	<i>Я ініціюю обговорення, ставлю важливі питання, і виступаю в якості лідера в групі.</i>	<i>Я регулярно беру участь в обговореннях, висловлюю свої ідеї, ставлю важливі запитання і аргументую свою точку зору.</i>	<i>Я іноді беру участь в обговореннях, але рідко висловлюю свої ідеї, ставлю важливі запитання і аргументую свою точку зору.</i>	<i>Я не беру участь в обговореннях.</i>
<b>Активне спілкування</b>	<i>Я відстоюю аргументами мої думки та ідеї. Я також уважно слухаю інших.</i>	<i>Я ділюся своїми думками і ідеями. Я слухаю моїх однолітків з повагою.</i>	<i>Я рідко ділюся своїми думками і ідеями. Я вислуховую моїх однолітків.</i>	<i>Я не ділюся своїми думками і ідеями. Я рідко вислуховую моїх однолітків, або не толерантно ставлюся до ідей інших учасників.</i>

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гельфгат І. М., Ненашев І.Ю. Фізика. 7 клас: Збірник задач. Харків: Вид-во «Ранок», 2015. 160 с.
2. Мацюк В. Струж Н., Слободян О. Фізика. Збірник задач. 7 клас. Тернопіль: Підручники і посібники, 2015. 208 с.
3. Кирик Л.А. Фізика. 7 клас. Збірник завдань і самостійних робіт. Харків: Гімназія, 2007.
4. Іванова Ж.В. Фізика. 8 клас: Розробки уроків. Харків: Веста: Видавництво «Ранок», 2008. 256 ст.
5. Фізика : підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [В. Г. Бар'яхтар, С. О. Довгий, Ф. Я. Божинова та ін.] ; за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. Харків : Вид-во «Ранок», 2015. 256 с. : іл., фот.
6. Перельман Я. І. Цікава фізика. Київ: Видавнича група «Шкільний світ», 2016.
7. Ландау Л.Д., Китайгородский А.И. Фізика для всех. Харків.: Наука, 1982.
8. URL: [https://educationpakhomova.blogspot.com/2021/03/blog-post\\_26.html](https://educationpakhomova.blogspot.com/2021/03/blog-post_26.html)
9. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/astronom/22670/>
10. URL: <https://www.factday.net/3-7-cikavi-fakty-pro-misyacz.html>
11. URL: <https://cikavo-znaty.com/profesii-maibutnoho-chomu-varto-vchytysia-vzhe-sohodni/>
12. URL: <https://osvitanova.com.ua/posts/3449-naukovi-fakty-shcho-dyvuiut>
13. URL: <https://vseosvita.ua/news/8-pryiomiv-dlia-refleksii-osvitnoho-protsesu-5984.html>
14. URL: <https://tsikavi-fakty.com.ua/potuzhnist/>
15. URL: <https://sundries.ua/20-tsikavykh-faktiv-pro-enerhiu/>
16. URL: [https://faktypro.com.ua/page/18-czikavikh-faktiv-pro-shvidkist#google\\_vignette](https://faktypro.com.ua/page/18-czikavikh-faktiv-pro-shvidkist#google_vignette)
17. URL: <https://znaniya.com/task/14222739>
18. URL: <https://znaniya.com/task/14470895>
19. URL: <https://znaniya.com/task/50564697>
20. URL: <https://helga-ulm.com.ua/ua/a335543-yak-pravilno-vimiryati.html> ;
21. URL: <https://lr7kl.blogspot.com/p/3.html>
22. URL: <https://www.slideshare.net/pasha23/ss-16015516>
23. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LJDABBAT6o8&t=5s>
24. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=Cc\\_Klipyiv8&t=12s](https://www.youtube.com/watch?v=Cc_Klipyiv8&t=12s)
25. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=G0NZAUjhiag>
26. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=Xz60Pxs\\_Cp0](https://www.youtube.com/watch?v=Xz60Pxs_Cp0)
27. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mfiwI83QdIk>
28. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=72hJhJWWU9M>
29. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=vh61rz34dwI>
30. URL: <https://vseosvita.ua/library/.html>
31. URL: <https://uahistory.co/pidruchniki/physical-phenomena-around-us-7-class-godovana-2020/11.php>
32. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=dV1IevYWwJ4>
33. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=sTNTRRiv\\_yU](https://www.youtube.com/watch?v=sTNTRRiv_yU)
34. URL: <https://osvitoria.media/experience/formuvalne-otsinyuvannya-u-bazovij-i-starshij-shkoli-trudnoshhi-porady-vpravu/>
35. URL: <https://bogosvyatska.com>
36. URL: <https://uk.wikipedia.org/>
37. URL: [https://travel.24tv.ua/optimistichna-pechera-ternopilshhini-naydovsha-ostanninovini\\_n145311520](https://travel.24tv.ua/optimistichna-pechera-ternopilshhini-naydovsha-ostanninovini_n145311520)
38. URL: <https://moyaosvita.com.ua/fizuka/serednya-shvidkist-lyudini-pri-xodbi-i-bigu/>
39. URL: <https://class-fizika.narod.ru/vosd2.htm>
40. URL: <https://news.obozrevatel.com/ukr/travel/location/top-7-najbilshih-ozer-ukraini-dlya-litnogo-vidpochinku-foto.htm>
41. URL: [http://8ref.com/4/referat\\_45045.html](http://8ref.com/4/referat_45045.html)



Видання підготовлено до друку та віддруковано  
редакційно-видавничим відділом КНЗ «ЧОПОПП ЧОР»  
Зам. № 1691 Тираж 100 пр.  
18003, Черкаси, вул. Бидгошська, 38/1