

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

**ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ФІЗИКИ І МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ**

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти  
на тему: **«ЦИФРОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ У  
ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ»**

Виконала: магістрантка 2 курсу,  
Ф(СО) м-21 групи  
Спеціальності 014 Середня освіта (фізика)  
Сорич Уляна Василівна  
Керівник: к.п.н., Войтків Г.В.  
Рецензент:  
докт. ф.м. н., проф., Яремій І.П.

Івано-Франківськ – 2020 р.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ</b>	3
<b>ВСТУП</b>	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ</b>	
1.1. Поняття цифрового фізичного експерименту	7
1.2. Система навчального фізичного експерименту у шкільному курсі з фізики	10
1.3. Проблеми пов'язані із реалізацією сучасного фізичного експерименту	12
Висновки до розділу 1	14
<b>РОЗДІЛ 2. ЦИФРОВИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТУ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИМОГ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ</b>	
2.1. Реалізація наукової освіти у навчальному процесі з фізики	15
2.2. Реалізація STEAM-освіти у навчанні фізики	16
2.3. Особливості використання технології BYOUD у навчальному процесі	18
2.4. Вивчення фізики з допомогою додатка LAB4U	22
Висновки до розділу 2	26
<b>РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЦИФРОВОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ПРИКЛАДІ ВИКОРИСТАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ</b>	
3.1. Методичний опис основних етапів цифрових лабораторних робіт	27
3.2. Лабораторні роботи для дослідження та навчання	37
Висновки до розділу 3	88
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	89
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	91

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

(ІКТ) – інформаційно-комунікаційних технологій

(НФЕ) – навчальний фізичний експеримент

(ЦВК) – цифровий вимірювальний комплекс.

(ЦЛ) – цифрова лабораторія

(ЦФЕ) – цифровий фізичний експеримент

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Модернізація сучасної системи освіти України у відповідності до вимог суспільства потребує розробки нових засобів формування всебічно розвиненої особистості, здатної не лише використовувати здобуті знання у своїй діяльності, а й постійно їх поповнювати. Про необхідність пошуку нових підходів до вирішення завдань навчально-виховного процесу сказано у таких нормативних документах: Концепції НУШ, Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, Концепції розвитку STEAM освіти, у «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки», де головною метою освіти визначається виховання людини інноваційного, наукового та дослідницького типу мислення й культури, проектування навчального середовища з використанням сучасних STEM орієнтованих засобів навчання для формування вмінь та навичок 21 століття.

Важлива роль у вирішенні поставлених перед освітою завдань належить фізиці, оскільки вона як наука, має велике значення в суспільному розвитку та формуванні наукового потенціалу країни.

Однак, на даний момент спостерігається зниження цікавості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу, знання яких покладено в основу створення і розвитку сучасних технологій різного рівня та спрямування: від техніки до соціально-економічних процесів, незважаючи на зростання дефіциту фахівців високотехнологічних галузей, здатних до комплексної науково-інженерної діяльності. Тому завданням наукової та педагогічної спільноти є підвищити зацікавленість до вивчення фізики, перетворити навчальний процес з предметно-орієнтованого навчання на життєво-орієнтований. Виконання на уроці цікавих практико-зорієнтованих завдань, використання сучасної техніки для проведення експериментальних досліджень – це один із шляхів демонстрування значущості фізики, усвідомлення учнями її політехнічного значення та набуття учнями вмінь та навичок роботи із сучасною цифровою технікою, яка присутня на всіх виробництвах.

Варто наголосити, що якість знань і практична підготовка учнів з фізики перебувають у прямій залежності від якості фізичного експерименту, який сьогодні оновлюється та розширюється у своїх можливостях, завдяки цифровому. Тому **актуальності** набуває питання використання цифрових засобів для організації навчального експерименту з фізики в школі, як засіб активізації, мотивації та засіб дослідження, яке активно обговорюється науковцями. Зокрема, питання розвитку та модернізації навчального фізичного експерименту знайшли своє відображення в працях П. С. Атаманчука, О. І. Бугайова, В. О. Бутова, С. П. Величка, О.В. Сергєєва, В. І. Тищука, В. Г. Чепуренка, М. М. Шахмаєва, М. І. Шута та багатьох інших. Однак, методичні питання, пов'язані із використанням цифрового експерименту у шкільному курсі фізики розглянуті не достатньо, і більше зорієнтовані на учасників різних наукових гуртків та учнів - гуртківців МАН, яким доступні сучасні цифрові лабораторії.

Тому **метою** нашої роботи є дослідження стану використання цифрового експерименту у навчанні фізики в школі та розробка методичного забезпечення для проведення цифрових лабораторних робіт.

**Завдання** дослідження:

- розглянути стан розробленості проблеми використання у науковій та методичній літературі;
- визначити поняття цифрового фізичного експерименту;
- дослідити можливості цифрового експерименту забезпечити основні вимоги сучасної освіти;
- описати технологію BYOD, як спосіб реалізації цифрового фізичного експерименту у всіх школах;
- розробити дослідницькі лабораторні роботи та описати методику їх постановки та реалізації у навчально-виховному процесі.

**Об'єкт** дослідження – шкільний навчальний фізичний експеримент.

**Предмет** дослідження - цифровий лабораторний експеримент.

**Методи** дослідження:

– *теоретичні*: аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури з питань навчального фізичного експерименту, стану розробленості питання використання цифрового експерименту у системі навчального фізичного експерименту, з питань використання технології BYOD у навчанні; аналіз програми з фізики та шкільних підручників метою визначення переліку робіт, які можна виконувати, використовуючи пропоновані цифрові роботи;

– *практичні*: дослідження на практиці можливостей мобільних пристроїв, випробування в роботі додатка LAB4U, опис та осучаснення ряду лабораторних дослідницьких робіт; розробка інструкції до шкільних цифрових лабораторних робіт.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає у наступному:

- вперше досліджено можливості додатка Lab4U як цифрової фізичної лабораторії;
- запропоновано методикку виконання лабораторних робіт, через етапи наукового дослідження»;
- створені інструкції ряду лабораторних дослідницьких робіт шкільного курсу фізики на основі адаптації ігор, пропонованих додатком LAB4U.

**Практичне значення** одержаних результатів. Результати дослідження і теоретичні і практичні будуть корисні вчителям фізики та природничих дисциплін для проведення шкільного фізичного експерименту в разі відсутності достатнього матеріального забезпечення класів фізики та з метою осучаснення системи фізичного експерименту.

*Апробація результатів роботи* відбулася на студентській науково-практичній конференції Еврика – 2020. Апробація лабораторних робіт відбулася у Верхньоаясенівській загальноосвітній школі I-III ступенів, Верховинського району.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЦИФРОВОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

### 1.1. Поняття цифрового фізичного експерименту

В Україні широке впровадження у систему освіти сучасних засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) регламентується низкою державних документів. Так, відповідно до указу Президента України «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» [21], передбачається впровадження ІКТ у навчально-виховний процес навчальних закладів усіх рівнів.

Розвиток інформаційного світового простору висуває свої вимоги до технологій викладання дисциплін. З огляду на це, на даний час розроблено та інтенсивно впроваджується в навчальних закладах значна кількість електронних навчальних систем, покликаних вдосконалити процес вивчення навчального матеріалу та контролю знань, вмінь і навичок.

Фізика – наука експериментальна. Під час вивчення фізики проводиться значна кількість лабораторних робіт, демонстрацій фізичних явищ та фізичних практикумів, які передбачені шкільною програмою. Навчальний фізичний експеримент (НФЕ), є невід’ємною частиною при вивченні фізики і забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та власного досвіду експериментальної діяльності, завдяки чому здобувачі освіти можуть у межах набутих знань розв’язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. У шкільному навчанні він реалізується у формі демонстраційного і фронтального експерименту, лабораторних робіт і короткотривалих дослідів, фізичного практикуму, навчальних проектів, позаурочних дослідів і спостережень тощо [16].

В залежності від умов проведення та використовуваних засобів вчені-методисти розглядають реальний фізичний експеримент і віртуальний фізичний

експеримент. Новим у науково-методичній літературі є поняття «цифровий» фізичний експеримент.

Деякі напрямки використання засобів і методів ІКТ у навчальному процесі досліджені в роботах науковців з методики навчання фізики: розвиток творчих здібностей засобами ІКТ (А. М. Сільвейстр, І. О. Теплицький, В. О. Савош), використання засобів мультимедіа для моделювання фізичних процесів (В. С. Коваль, О. І. Бугайов, М. І. Садовий, В. Ф. Заболотний), ІКТ у навчальному фізичному експерименті (С. П. Величко, Ю. О. Жук, О. М. Желюк). В загальному автори описують можливості ІКТ для доповнення реального фізичного експерименту чи заміни за умов відсутності обладнання в кабінетах фізики. [19]

Останнім часом виробництво почало випускати цифрові вимірювальні комплекси і лабораторії, які дозволяють проводити навчальні дослідження.

За Максьютою С.Є., «цифрова лабораторія» (ЦЛ) – «нове покоління шкільних природничо-наукових лабораторій, призначених для проведення фронтальних і демонстраційних дослідів, для організації навчальних досліджень і дослідницьких практик» [8]. Заболотний В. Ф. та Лаврова А. В. трактують термін ЦЛ як «сучасна універсальна комп'ютеризована лабораторна система, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології тощо» [10]. Співзвучне за сутністю визначення ЦЛ дає і А. Петиця [18].

З аналізу робіт вчених, робимо висновок що сучасні цифрові засоби дозволяють здійснювати навчальний експеримент, моделювання, симуляцію, не вимагаючи при цьому додаткового спеціального устаткування. Використання цифрових лабораторій й цифрових вимірювальних комплексів (ЦВК) з цифровими датчиками надає можливості педагогам й учням проводити широкий спектр досліджень, демонстраційних і лабораторних робіт, а також здійснювати науково-дослідні проекти, що сприяють вирішенню міжпредметних завдань.

Цифровий експеримент зазвичай здійснюється за допомогою інтернет



платформ, використанням ЦЛ і ЦВК, а також з використанням сучасних мобільних девайсів: «з появою «розумних телефонів» склалась ситуація, коли смартфони або планшетні комп'ютери можуть бути засобами мобільного навчання і водночас засобами вимірювання фізичних величин. Обидва способи використання мобільних пристроїв в навчальному процесі є перспективними і цікавими з точки зору методичної науки. Використання датчиків пов'язують із робототехнікою, що є одним із засобів STEM-освіти» [25]. Проблеми мобільного навчання досліджували також В. Ю. Биков, С. О. Семеріков, Д. В. Борисенко, Крістофер Кейс (Christopher Keyes), Уоррен Лінгер (Warren Linger) та інші.

Отже, цифровий експеримент є реальним, якщо цифровий пристрій використовується як вимірювальний прилад і віртуальним, якщо для його організації використовуються різні комп'ютерні додатки і програмні навчальні середовища, або віддалено користуються ЦЛ чи ЦВК.

Зі сказаного вище, робимо висновок, що цифровий фізичний експеримент – це навчальний експеримент, що реалізується через цифрові лабораторії, цифрові вимірювальні комплекси та смартфони і реалізує вимогу шкільної фізичної освіти – формування експериментальних вмінь та дослідницьких навичок. Зважаючи на велику вартість ЦЛ та ЦВК та низьку закупівельну спроможність багатьох закладів, актуальності набуває використання саме мобільних пристроїв та розробка відповідних методик застосування можливостей вказаних пристроїв.

Опираючись на дослідження вчених ми можемо зробити висновок, що фізичний експеримент є невід'ємною складовою у вивченні фізики. Він поділяється на реальний, який проводиться в лабораторіях із спеціальним обладнанням, віртуальний, створений за допомогою спеціального програмного забезпечення, та цифровий, який може бути як реальним так і віртуальним.

Для розробки методичного обґрунтування використання цифрового експерименту розглянемо систему фізичного експерименту та його психолого-педагогічні основи.

## 1.2. Система навчального фізичного експерименту у шкільному курсі з фізики

Основна мета освітньої галузі “Природознавство” є формування в учнів природничо-наукової компетентності як базової та відповідних предметних компетентностей як обов’язкової складової загальної культури особистості і розвитку її творчого потенціалу.

Одними із завданнями освітньої галузі є:

- набуття досвіду практичної та експериментальної діяльності, здатності застосовувати знання у процесі пізнання світу;
- формування ціннісних орієнтацій на збереження природи, гармонійну взаємодію людини і природи, а також ідей сталого розвитку [9].

Фізика, як навчальний предмет, є вагомою частиною освітньої галузі “Природознавства”. Фізичний компонент забезпечує усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, наукового світогляду і стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища і процеси та застосовувати здобуті знання під час розв’язання фізичних задач, удосконалення досвіду провадження експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини і суспільному розвитку.

Фізика – наука експериментальна. Завдяки навчальному фізичному експерименту учні набувають досвіду практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів та їх попереднього узагальнення на рівні емпіричних уявлень, понять і законів. Саме через навчальний фізичний експеримент найефективніше здійснюється діяльнісний підхід до навчання фізики [23]. Дослідженням експериментального методу у фізиці займалися А. Покровський, Є. Коршак, О. Мартинюк, Б. Миргородський, В. Савченко, В. Іллюшко, М. Швай та ін. [7]

Навчальний фізичний експеримент як органічна складова методичної системи навчання фізики забезпечує формування в учнів необхідних

практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності. Завдяки цьому учні зможуть у межах набутих знань розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. У шкільному навчанні ця форма роботи реалізується завдяки демонстраційним і фронтальним експериментам, лабораторним роботам і короткотривалим дослідом, фізичному практикуму, навчальним проектам, позаурочним дослідом і спостереженням тощо.

Фізичний експеримент поділяється на два види демонстраційний і лабораторний:

-демонстраційний експеримент як метод навчання належить до ілюстративних методів; головна дійова особа в демонстраційному експерименті – вчитель, який не лише організовує навчальну роботу, але і проводить демонстрацію дослідів; демонстраційний експеримент має суттєвий недолік – учні не працюють з приладами (хоча деякі з них можуть залучатись до підготовки демонстрацій);

-в лабораторному експерименті розрізняють фронтальні лабораторні роботи, практикуми, домашні спостереження і досліди, експериментальні задачі.

При ілюстративному напрямі використання фізичного експерименту вчитель розповідає учням про фізичні явища, зв'язок між ними, залежність між фізичними величинами, а потім підтверджує свою розповідь демонструванням дослідів. При дослідницькому напрямі учні після спостереження явищ самостійно роблять висновки про те, як зміни одних величин зумовлюють зміни інших, використовуючи історичний матеріал, під керівництвом учителя «відкривають» давно вже відкриті фізичні закони, відтворюючи різноманітні історичні досліди. При цьому школяр відчуває себе «першовідкривачем», що сприяє утвердженню його як особистості. Таким чином, на уроці створюються сприятливі умови для того, щоб учень, активно працюючи, не тільки тренував пам'ять й накопичував інформацію, а й розвивав мислення і творчу уяву [24].

Важливими моделями реалізації навчального фізичного експерименту є:

1. Демонстраційні досліди повинні бути органічною частиною пояснення нового матеріалу.

2. Досліди готуються відповідно до задач чи проблем, які є метою уроків, і підводять учнів до відповіді на поставлені запитання.

3. На початку вивчення певного явища потрібно підбирати такі демонстрації, щоб вони яскраво розкривали суть явища, а не були наслідками його.

4. Учні не слід говорити наперед, які будуть результати експерименту, але потрібно керувати спостереженнями учнів.

5. Усі демонстрації повинні відбуватися із обговоренням, постановкою проблемних запитань [24].

Оскільки цифровий фізичний експеримент є складовою системи навчального фізичного експерименту, то рекомендації та вимоги до проведення демонстрацій та лабораторних робіт будуть доцільними і при організації цифрового фізичного експерименту (ЦФЕ). Також варто зауважити, що використання сучасних ЦІ виступає ефективним способом активізації дослідницької діяльності учнів.

### **1.3. Проблеми пов'язані із реалізацією сучасного фізичного експерименту**

При вивченні фізики учні повинні розуміти, навіщо їх знання з фізики, тобто необхідна мотивація. Тому вивчення фізики в основній школі має бути максимально наближеним до прикладів з реального життя, постійно стимулювати їхній інтерес до навчання і самоосвіти.

Навчальний фізичний експеримент передбачає проведення лабораторних робіт, експериментів і вирішення експериментальних фізичних задач. Для їх проведення перш за все необхідне спеціальне обладнання чи програмне забезпечення, що є значною проблемою для багатьох шкіл.

Сьогодні школи не мають достатніх ресурсів. У школах області наявне

деяке обладнання для кабінетів фізики, однак в багатьох випадках воно застаріле. Обладнання виходить з ладу, не виділяються кошти для його ремонту, воно не дає можливості показати дітям сучасну фізику. В той же час наукове обладнання недоступне, дороге і складне у використанні. Застосування цифрових лабораторій чи цифрових обчислювальних комплексів вимагає від вчителів спеціальних знань, щодо їх використання.

В даний час вчителі мають велике навантаження і викладають предмети поза сферою своєї компетентності, завантажені різними видами роботи, що не залишає їм достатньо часу для планування наукових занять.

У цілому світі існує «криза навчання». Учні не займаються на уроках фізики експериментальною діяльністю, відсутня мотивація та цікавість до вивчення предмету. Відповідно спостерігається низька наукова грамотність та обмежений інтерес до програми STEM.

Основними проблемами, з якими стикається вчитель при реалізації фізичного експерименту в навчальному процесі є:

- відсутність обладнання в шкільних лабораторіях;
- відсутність інтересу в учнів до предмету та виконання традиційних лабораторних робіт.

За даними Світового економічного форуму, 65% дітей, які сьогодні вступають до початкової школи, в кінцевому підсумку працюватимуть на нових робочих місцях, які ще не існують [27]. Альтернативою для вирішення цих проблем є використання цифрових лабораторій та застосування сучасних технологій для проведення експериментів.

Вчитель, який має можливість використовувати в своїй практиці цифрову лабораторію чи мобільні пристрої як прилади для експерименту, навчає школярів порівнювати та узагальнювати, виявляти головне та встановлювати закономірності, самостійно формулювати проблему, висувати та експериментально перевіряти гіпотезу, формулювати висновки; Актуальним сьогодні є формування експериментальних практичних вмінь і навичок для подальшого застосування їх у житті.

## Висновки до розділу 1

Фізичний експеримент є невід’ємною складовою у вивченні фізики. Він поділяється на реальний, який проводиться в лабораторіях із спеціальним обладнанням, віртуальний, створений за допомогою спеціального програмного забезпечення та цифровий, який може бути як реальним так і віртуальним.

Цифровий фізичний експеримент – це навчальний експеримент, що реалізується через цифрові лабораторії, цифрові вимірювальні комплекси та смартфони і реалізує вимогу шкільної фізичної освіти – формування експериментальних вмінь та дослідницьких навичок.

При реалізації цифрового фізичного експерименту слід дотримуватись вимог і рекомендацій, які присутні і у навчальному експерименті.

Цифровий фізичний експеримент є потужним засобом активізації пізнавальної активності та мотивування до навчання учнів.

## РОЗДІЛ 2

# ЦИФРОВИЙ ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ЗАСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИМОГ СУЧАСНОЇ ОСВІТИ

### 2.1. Реалізація наукової освіти у навчальному процесі з фізики

У Концепції нової української школи [13], яка описує основні ідеї реформування системи освіти, серед яких центральну позицію займає компетентнісний підхід, наголошується на важливості формування *життєвої компетентності учня*, визначено перелік ключових компетентностей, їх пояснення, які співзвучні із програмою з фізики та подано перелік наскрізних вмінь, що є спільними для всіх компетентностей: уміння читати і розуміти прочитане, уміння висловлювати думку усно і письмово, критичне мислення, здатність логічно обґрунтовувати позицію, виявляти ініціативу, творити, уміння вирішувати проблеми, оцінювати ризики та приймати рішення, уміння конструктивно керувати емоціями, застосовувати емоційний інтелект, здатність співпрацювати в команді. В проєкті нового Держстандарту [16] сказано, що обов'язкові результати навчання здобувачів освіти в природничій освітній галузі мають формуватися на засадах практичного підходу та науковості. Діти мають отримати знання і навички завдяки своїй діяльності. Вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів у природничій освітній галузі подано через загальні результати навчання: пізнання світу природи засобами наукового дослідження; опрацювання, систематизація та представлення інформації природничого змісту; усвідомлення розмаїття і закономірностей природи, ролі природничих наук і техніки в житті людини; розвиток наукового мислення, набуття досвіду розв'язання проблем природничого змісту.

Як бачимо, відбувається зміщення акцентів від отримання предметних знань, до формування особистості, яка вміє і знає як та для чого здобувати ці знання, відслідковується тенденцію до наукової освіти при вивченні предметів природничих дисциплін, яка базується на дослідженнях, на зацікавленості

навчанням та природній схильності шукати сенс та розуміння навколишнього світу.

З педагогічної точки зору основними принципами наукової освіти є:

1) шкільне навчання повинно бути зосереджене на створенні умов зацікавленості та вмотивованості.

2) основною метою наукової освіти є виховання активного громадянина, через участь учнів у прийнятті рішень.

3) наукова освіта має декілька цілей. Вона повинна бути спрямована на розвиток в учнів: розуміння “великих ідей” науки, які включають ідеї науки та ідеї про науку; наукових навичок, пов’язаних зі збором та використанням даних; неупередженої позиції науковця.

4) прогрес у вивченні наукових ідей повинен бути результатом опрацювання тем, що цікавлять учнів, та є актуальними у їхньому житті.

6) навчання повинно базуватися на актуальних наукових та педагогічних ідеях та знаннях.

7) усі навчальні програми з науки повинні поглиблювати розуміння наукових ідей, а також сприяти формуванню наукової позиції учня та розвитку його дослідницьких можливостей [26].

Отже, за існуючими нормативними документами акцент у методиці навчання фізики зміщується на використання наукової освіти. Реалізацію якої ми вбачаємо через проведення сучасного цифрового фізичного експерименту.

## **2.2. Реалізація напряму STEAM у навчальному процесі з фізики**

Основним завданням сучасної освіти в Україні є створення компетентнісно-розвиненої особистості, яка вміє критично мислити, самостійно навчатися, різносторонньо розвиватися і здобувати знання, оцінювати власні можливості, а також орієнтуватись у сучасному інформаційно-комунікаційному середовищі. Знання здобуті в цьому середовищі для особистості XXI століття є необхідним стратегічним ресурсом, що передбачає використання отриманих



знань для подальшого життя.

Міністерством освіти та науки України активно впроваджує STEM-освіту у різних ланках освітнього процесу школи. Одним із рішучих кроків стало прийняття Концепції розвитку STEM освіти у серпні 2020 року. Ми будемо реалізовувати STEM-напрямок у вивченні фізики використовуючи цифрові лабораторні роботи на уроках фізики.[21].

Акронім STEM (від англ. Science – природничі науки, Technology – технології, Engineering – інженерія, проектування, дизайн, Mathematics – математика) визначає характерні риси відповідної дидактики, сутність якої виявляється у поєднанні міждисциплінарних практико-орієнтованих підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін [22].

В Україні STEM освіта реалізується через позакласну і гурткову роботу, інтегровані природничо-математичні уроки та проектну діяльність на уроках природничого циклу.

STEM-освіта сприяє розвитку розумово-пізнавальних і творчих здібностей молоді, інтелектуальний розвиток яких створить конкурентну спроможність на ринку праці; удосконалив науково-дослідницьку та інженерну освіту в навчальних закладах.

Основним завданням STEM-освіти є:

- формування найбільш затребуваних на ринку праці XXI ст. компетенцій і навичок;

- готовність до розв’язання складних (комплексних) практичних проблем, які виступають у вигляді суперечливої ситуації ( «знаю що, не знаю як»), тобто відомо, що потрібно отримати, але невідомо, як це зробити;

- критичне мислення, креативність, організаційні здібності, уміння працювати в команді, вміння оцінювання проблеми і прийняття рішення, здатність володіти емоційним інтелектом, здатність до ефективної взаємодії, когнітивна гнучкість – розумова здатність до швидкого переходу від однієї думки до іншої та становлення у підростаючого покоління цілісного наукового світогляду, загальнонаукової, загальнокультурної, технологічної,

комунікативної і соціальної компетентностей на основі засвоєння системи знань про природу, людину, суспільство, виробництво, оволодіння засобами пізнавальної і практичної діяльності [22].

Основними напрямками впровадження STEM-освіти у навчально-виховному процесі з фізики є інтегрування змісту природничих предметів, робототехніка, віртуальні лабораторії, моделювання фізичних процесів і явищ.

Цифровий лабораторний експеримент, який можна реалізувати з допомогою власних мобільних телефонів набуває популярності у роботі окремих вчителів. Однак для його доступності усій вчительській спільноті не вистачає методичних рекомендацій та розроблених за діючою програмою інструкцій до дослідів та демонстрацій.

### **2.3. Можливості технології BYOUD - принеси свій пристрій**

Сучасна система освіти передбачає використання інноваційних технологій, які сприяли б формуванню та розвитку основних компетентностей учня. Нові технології навчання на основі інформаційних і комунікаційних дозволяють урізноманітнити освітній процес, збільшити швидкість сприйняття, розуміння та глибину засвоєння величезних масивів знань. Сучасною технологією для реалізації освітніх вимог стала технологія BYOUD (в перекладі «принеси свій власний пристрій»). Ми будемо використовувати дану технологію для проведення лабораторних робіт з фізики.

Використання сучасних телефонів на уроках фізики дозволяє успішно реалізувати принципи розвитку компетентностей з фізики. Варто відмітити, що використовувати смартфони для розв'язання задач практичного характеру можна не лише під час уроків, але й виконуючи навчальні проекти та самостійні дослідження в позаурочний час.

BYOD (Bring Your Own Devices – «візьми свій власний пристрій») – це принцип активного використання для навчальних занять смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв. Але ці пристрої не надаються

навчальним закладом, а використовують власні пристрої школярів. Цей принцип прийшов до шкіл з бізнесу, де використання BYOD дає можливість залучати й утримувати талановитих робітників. Принцип BYOD має на меті зробити працівників щасливими, розширити їх права та можливості, зробити мобільними та підвищити продуктивність [12].

Технологія BYOD дозволяє учням використовувати персональні мобільні пристрої, які можуть включати в себе ноутбуки, планшети, електронні книги, смартфони як інструменти для навчання. Використання BYOD дозволяє учням працювати в режимі онлайн, досить швидко обробляти отримані результати, проходити опитування, створювати власні закладки, входити в особистий кабінет без логіна і пароля і т.д.

Про високу ефективність використання підходу BYOD свідчить різні дослідження, які показали, що він сприяє підвищенню успішності учнів. Вчителі зазначили, що діти, які використовували свої власні пристрої, були уважнішими та більш старанними в своєму навчанні. І, оскільки учні вже були знайомі з пристроями, які вони використовували, вчителям не доводилося витрачати час на пояснення того, як використовувати цю технологію [2].

Використання нового покоління засобів навчання є одним з вирішальних чинників модернізації системи освіти [14]. Досягнення цієї мети передбачає створення та використання в навчальному процесі елементів мобільного навчання. Мобільне навчання проходить незалежно від місця знаходження і відбувається при використанні портативних технологій і таким чином зменшує обмеження із здобуття освіти по місцезнаходженню за допомогою мобільних пристроїв [14]. Ідея мобільного навчання заснована на використанні навчальних можливостей, що надаються мобільними технологіями. Такий метод найбільш актуальний, коли учень не знаходиться у заздалегідь визначеному місці і навчається, використовуючи ситуативний підхід і доступні йому ресурси. Мобільне навчання також дозволяє учням легко змінювати обстановку і умови навчання та поєднувати навчання в декількох навчальних закладах.

Сучасні смартфони та планшети – це потужні і складні пристрої з безліччю схем, плат і датчиків. Саме використання датчиків й може допомогти учням у проведенні навчальних досліджень. Мобільний пристрій дозволяє навчити школярів не просто вимірювати різні параметри навколишнього середовища, а й проводити аналіз і статистичну обробку результатів з допомогою спеціальних додатків.

Сенсори сучасних мобільних пристроїв можна умовно розділити на три категорії: датчики руху, датчики положення і датчики навколишніх умов.

До першого типу відносяться акселерометр і гіроскоп, до другого – магнітометр, GPS і датчик наближення, до третього – датчик освітленості. Перевірити, які датчики знаходяться у смартфоні чи планшеті, можна за допомогою програми Sensor Kinetics (<http://goo.gl/gTLJyC>).

Термін «акселерометр» утворився від двох слів: латинського *accelero* – «прискорюю» і грецького *metréō* – «вимірюю» [1]. Його ще називають G-сенсором. Наявність цього інерційного датчика в планшеті чи смартфоні є важливою, оскільки дозволяє виміряти прискорення одночасно в декількох площинах (уздовж осей X, Y, Z). Це допомагає визначати положення пристрою в просторі, встановлюючи кут його нахилу відносно поверхні Землі. Завдяки акселерометру гаджет реагує на перевертання: альбомна орієнтація перетворюється на книжкову і навпаки. Крім того, пристрій реагує на струшування або удар.

Альтернативою акселерометра є гіроскоп. Він також є інерційним датчиком. Його назва походить від двох давньогрецьких слів: *γῦρος* – «коло» і *σκοπέω* – «дивлюся». Гіроскоп – це пристрій, який здатний реагувати на зміну кутів повороту навколо трьох осей координат X, Y, Z, при цьому відстеження переміщення відбувається відносно трьох площин одночасно. Гіроскоп дозволяє визначити орієнтацію пристрою в просторі і пов'язує ці дані з віртуальним світом [3].

Нарівні з акселерометром, гіроскопом і деякими іншими сенсорами в переважній більшості мобільних пристроїв є барометр. Ця назва виникла від

давньогрецьких слів βάρος – «тяжкість» і μέτρον – «вимірюю». Цей датчик придатний для вимірювання атмосферного тиску, завдяки чому можна спрогнозувати погоду [4]. Визначити місце розташування об'єкта можна по вишкам стільникового зв'язку, по Wi-Fi і за допомогою GPS. Приймач GPS корисний тим, що його можна використовувати не тільки для навігації або визначення координат місцевості, а можна сфотографувати місцевість і вказати її GPS-координати (геотеги). Також, знаючи, де користувач знаходиться в даний момент, програми для роботи з GPS мають функцію перегляду прогнозу погоди даної місцевості.

Магнітометр – це слово походить від грецького magnetis – «магніт». Датчик вимірює силу магнітного поля уздовж осей X, Y і Z, а також магнітні властивості матеріалів. Використовувати такі датчики можна в процесі досліджень рівня магнітного поля під час вивчення курсу фізики в 9 класі (Розділ 3. Магнітне поле).

Датчик освітленості – це сенсор автоматично регулює яскравість екрану, встановлюючи найбільш підходяще значення в залежності від умов освітлення навколо. Якщо гаджет знаходиться в темному приміщенні, то яскравість дисплея зменшується, щоб зайвий раз не дратувати очі. В результаті чого можна не тільки підвищити комфорт при роботі, але і збільшити час роботи батареї. У той же час при використанні пристрою в сонячну погоду, яскравість буде вищою, для того щоб інформація з екрану була зручна для читання. Датчики освітленості можна використати для дослідження рівня освітленості приміщення при вивченні курсу фізики в 7 класі (Розділ 3. Світлові явища).

Серед переваг підходу BYOD для учнів виділяють наступні:

- пристрої є у більшості учнів;
- можна працювати на уроках, використовуючи замість комп'ютерів;
- можна працювати поза межами класу;
- пристрій завжди з собою і можна фіксувати будь-які моменти;
- можна виконувати завдання та навчатися будь-де в індивідуальному режимі.

Попри очевидні переваги для навчального закладу, педагогів та самих учнів, є небезпека виникнення проблем, з якими може зіштовхнутися педагог при впровадженні підходу BYOD:

- Технічні: необхідність фільтрування інформації, доступ до Інтернет, потреба у зарядці пристроїв.
- Фізіологічні: проблеми зі здоров'ям у дітей.
- Соціальні: наявність малозабезпечених батьків, їхня незгода.
- Педагогічні: неготовність вчителів працювати за такою технологією.

Підводячи підсумки наголосимо, що сьогодні популярності набуває підхід BYOD, який дозволяє використовувати наявні в учнів пристрої замість шкільних комп'ютерів. Саме мобільні пристрої, сучасні смартфони чи планшети можуть виконувати роль цифрової лабораторії.

Актуальним напрямком у освіті сьогодення є STEM - освіта, що передбачає науковий підхід, дослідницький підхід навчання і інтеграцію природничих дисциплін. В своєму дослідженні ми використовували технології BYOD – «принеси свій власний пристрій» для виконання лабораторних робіт з фізики.

#### **2.4. Вивчення фізики з допомогою додатка LAB4U**

Досліджуючи різні сучасні технології віртуальних експериментів ми зупинилися на програмному додатку компанії Lab4U – Lab4Physics, що дозволяє проводити лабораторні роботи з фізики з використанням датчиків, що є встановлені на телефоні (*рис 2.1*).



*Рис.2.1. Додаток Lab4U*

Lab4Physics – це освітня програма Lab4U, яку було створено спеціально для школярів та вчителів фізики. Її використання дозволяє застосовувати планшети і смартфони як лабораторні інструменти. Завдяки цьому під час уроку можна провести значну кількість експериментів без спеціального обладнання.

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

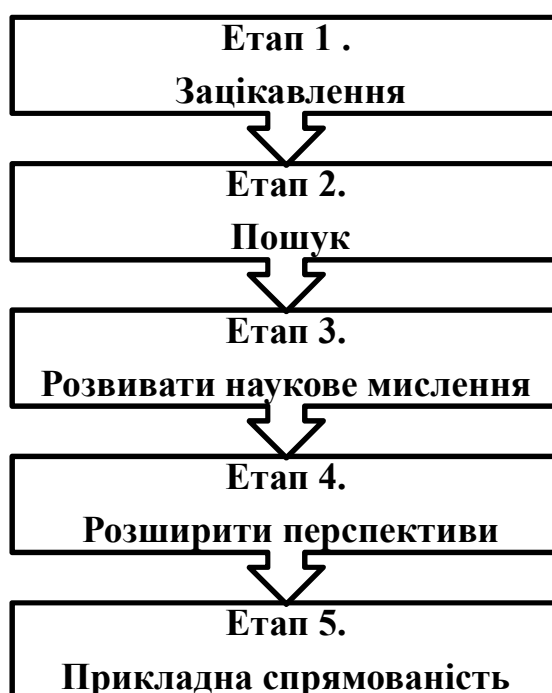
Ця технологія покращує інтерес учнів до вивчення фізики та їх знань, дає можливість використання мобільних телефонів, планшетів для проведення фізичних експериментів без спеціального обладнання. Лабораторія Lab4U (лабораторія у вашій кишені) створює наступні можливості:

- отримати доступ до якісної освіти в школах, в яких відсутнє відповідне матеріально-технічне забезпечення;
- створювати можливості для розвитку дітей та знайомство їх із науковим стилем мислення та основами наукової дослідницької діяльності, що є важливим у сучасному світі;
- розвивати основні навички 21 століття;
- підвищити інтерес до навчання;
- покращити рівень знань учнів з фізики, хімії;
- підвищений інтерес до STEM-освіти та STEM-професій.

В результаті використання додатку відбувається вдосконалення наукових

знань. При систематичному використанні інструментів для проведення більше експериментів, в учнів формується навички проведення наукового дослідження, оскільки лабораторні роботи структуровані та включають основні етапи, які відповідають етапам науково-дослідницької діяльності.

Розробники додатку провели дослідження у 2018 році, яке показало, що учні, які провели 3 або більше експериментів із використанням Lab4Physics, отримали значно кращі знання, самореалізацію та інтерес до вивчення предмету, пов'язану зі STEM, у майбутньому порівняно з однолітками, які не використовували Lab4Physics [30]. Використання інструментів дає можливість вивчати фізику через експеримент, що є основною вимогою при вивченні фізики у 7-9 класах [23]. Навчившись використовувати інструменти, які є в мобільних телефонах на уроках фізики, учні зможуть використовувати їх із іншою метою та в повсякденній діяльності, зрозуміють принципи роботи своїх мобільних пристроїв, їх будову, зрозуміють значимість фізики в житті та її вклад у науково-технічний прогрес та перспективи, які дає вивчення цього предмету для подальшої професійної діяльності та людства в цілому. Основні етапи методики постановки та проведення дослідницького експерименту подані на *рис. 2.2*.



*Рис. 2.2. Основні етапи методики постановки та проведення*



*дослідницького експерименту.*

Учні висувають гіпотези, будують, вимірюють, аналізують, порівнюють та експортують результати в реальному часі, досліджуючи фізичні процеси та явища як першовідкривачі. Для проведення дослідження потрібен лише мобільний пристрій та недорогі повсякденні матеріали. Мобільне програмне забезпечення, розроблене Lab4Physics вимагає від вчителів використання смартфонів або планшетів як лабораторного інструменту, одночасно з наданням можливості учням експериментувати та розвивати нові навички.

## Висновки до розділу 2

Актуальним при викладанні природничих дисциплін сьогодні виступає використання підходів STEAM – освіти та принципів наукової освіти, які на уроках фізики можна реалізувати через систему навчального експерименту, а цифрового зокрема.

Проблему нестачі приладів та обладнання для проведення експерименту вирішує використання цифрового фізичного експерименту та технологія BYOD.

BYOD – (Bring Your Own Devices – «візьми свій власний пристрій») – це принцип активного використання для навчальних занять смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв.

Основні принципи STEAM та наукової освіти є орієнтирами для розробки методики організації та проведення цифрових лабораторних робіт з фізики.

Серед великої вількості пропонованих додатків, цікавість становить технологія, яка передбачає цікаве та активне навчання, використання групової форми організації навчання, робота над завданням, занурення у реальне дослідження та збір даних в реальних ситуаціях.

Мобільне програмне забезпечення, розроблене Lab4Physics вимагає від вчителів використання смартфонів або планшетів як лабораторного інструменту, одночасно з наданням можливості учням експериментувати та розвивати нові навички.

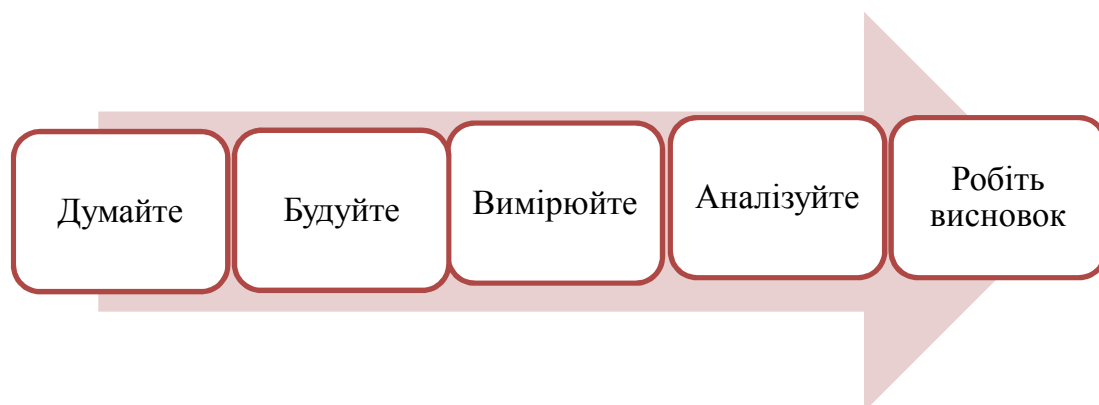
### РОЗДІЛ 3

## МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ЦИФРОВОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА ПРИКЛАДІ ВИКОРИСТАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### 3.1. Методичний опис основних етапів цифрових лабораторних робіт

Lab4Physics – це мобільний додаток, який використовує вбудовані мобільні датчики для поліпшення вивчення фізики через експерименти та використання акселерометра, камери, сонометра та мікрофона для вимірювання та графічного аналізу зміни фізичних властивостей.

Даний додаток дозволяє виконувати лабораторні роботи як начального характеру так і цікаві дослідження, використовуючи як задачі для дослідження і вирішення цікавих проблем, які виникають у повсякденному житті. Саме використання фізичних лабораторних робіт для розв'язання таких завдань сприяє мотивуванню та зацікавленості учнів у вивченні різних розділів фізики.



*Рис. 3.1. Алгоритм розв'язання дослідницьких завдань.*

Лабораторні звіти та експериментальна діяльність розроблені за педагогічною структурою, яка допомагає розвивати наукову думку (рис.3.1).


При формулюванні умови дослідницького завдання варто дотримуватися наступних вимог:





1. наявність компетентісно-зорієнтованого контексту;
2. завданням для розв'язання та дослідження повинен бути приклад із реального життя;
3. вимірювальними приладами є датчики смартфона або планшета;
4. для експериментального дослідження можуть використовуватися деякі вимірювальні прилади чи додаткові матеріали, наприклад, лінійка, нитка, підставка і т. д.

Такі датчики, як мікрофон, камера та акселерометр, стають інструментами для вимірювання, побудови графіків та аналізу змін фізичних явищ. У таблиці 3.1. подано коротку характеристику датчиків та інструкції щодо їх використання.

Таблиця 3.1

### Характеристика датчиків мобільного пристрою

Назва та візуальне позначення датчика в додатку	Призначення
Акселерометр 	Цей інструмент дозволяє отримати доступ до даних з мікросхеми, з однойменною назвою, для вимірювання прискорення, яке відчуває пристрій. Посібник користувача для акселерометра за посиланням <a href="https://youtube/6g75LR7lb1w">https://youtube/6g75LR7lb1w</a> як користуватись акселерометром: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6g75LR7lb1w&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=6g75LR7lb1w&amp;feature=emb_logo</a> <a href="https://teachers.lab4u.co/tutorials">https://teachers.lab4u.co/tutorials</a>

<p>Камера</p> 	<p>Посібник користувача з використання камери в експерименті за посиланням  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=YmfHc-LCOig&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=YmfHc-LCOig&amp;feature=emb_logo</a></p>
<p>Сонометр</p> 	<p>Посібник користувача з використання сонометра за посиланням  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6sHedj6-eZ4&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=6sHedj6-eZ4&amp;feature=emb_logo</a></p>
<p>Спідометр</p> 	<p>Посібник користувача з використання спідометра за посиланням  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-L4XoxW2-do&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=-L4XoxW2-do&amp;feature=emb_logo</a></p>
<p>Плотер</p> 	<p>Цей інструмент допомагає учням у процесі аналізу даних, об'єднувати та порівнювати дані, отримані з інших приладів та різноманітних експериментальних установок.</p>

У табл. 3.2. ми зробили перелік деяких експериментальних задач, які пропонуються розробниками додатку Lab4Physics та визначили ключові фізичні поняття із тем шкільного курсу фізики, які формуються в процесі їх проведення та теми шкільного курсу фізики, яким відповідають визначені лабораторні роботи.

Таблиця 3.2

## Перелік експериментальних задач додатку Lab4Physics

Назва дослідження	Коротка характеристика	Основні фізичні поняття, що вивчаються	Інструмент	Розділ фізики
Острів скарбів	Ввести визначення понять і зрозуміти фундаментальні відмінності між переміщенням, траєкторією та пройденою відстанню, щоб використовувати ці поняття для опису руху.	Переміщення траєкторія та відстань	Спідометр	Механічний рух, 7 клас
Підемо у кінотеатр	Зрозуміти процес створення та аналізу графіків залежності координати від часу, швидкості від часу та їх відношення один до одного.	Побудова та аналіз графіків	Спідометр	Механіка, 7 клас
Спортивний виклик	Зрозуміти різницю між миттєвою швидкістю та	Середня швидкість і миттєва	Спідометр	Механіка, 7 клас

	середньою швидкістю.	швидкість		
Глибоке занурення	Зрозуміти та проаналізувати рівномірний лінійний рух об'єкта, зануреного в середовище, більш в'язке, ніж повітря, таке як рідке мило.	Стала швидкість	Спідометр	Механічний рух, 7 клас
Місячна прогулянка	Зрозуміти концепцію системи відліку для підключення одновимірного руху до її графіку положення та часу.	Рівномірний лінійний рух	Спідометр	7 клас, 10 клас
Червоне світло, зелене світло	Зрозуміти поняття прискорення, яке є зміною швидкості за певний проміжок часу.	Прискорення	Спідометр	10 клас
Підемо у кінотеатр	Учні висловлять гіпотезу, як виглядатимуть графіки положення та часу конкретних рухів, і перевірять	Побудова та аналіз графіків	Спідометр	7 клас, 10 клас

	свої гіпотези шляхом експериментів.			
Гак	Зрозуміти силу пружності та те, як вона може вплинути на рух.	Пружна сила - Гармонічний рух	Акселерометр	7 клас, 11 клас
Витягніть сани	Вивчення сили тертя, яка присутня між двома поверхнями, що рухаються відносно одна одної, і те, як вона змінюється залежно від матеріалів, що контактують між собою.	Сила тертя	Акселерометр	9 клас
Автобус загальмовує	Щоб зрозуміти взаємозв'язок між чистою силою, масою та прискоренням (1) об'єкта, на який діють сили різної величини, або (2) об'єктів з різною масою, кожна з яких піддається дії	Другий закон Ньютона	Акселерометр	10 клас



	однакової величини.			
Розсувні камені	Щоб зрозуміти, як механічна робота, що виконується різними силами в системі, може впливати на рух об'єкта.	Робота та переміщення	Акселерометр	9 клас
Підстрибуючий м'яч	Зрозуміти поведінку кінетичної енергії та потенціалу гравітаційного потенціалу та їх взаємозв'язок з механічною енергією у випадку вільно падаючої кулі, що відскакує.	Кінетична та потенціальна енергія	Камера	10 клас
Оборонні снасті	Щоб визначити поведінку двох частинок, які беруть участь в пружному зіткненні, зрозумівши, як маса і швидкість удару впливають на	Збереження імпульсу	Камера	7 клас, 10 клас

	імпульс, який кожна частинка досягає після зіткнення.			
Гук	Для розрахунку постійної пружини гумки або пружини та порівняння її теоретичного періоду коливань з експериментальним періодом.	Пружна сила	Акселерометр	7 клас, 10 клас
Пересуньте телефон	Виявити взаємозв'язок між силою, масою та прискоренням об'єкта, який піддається різним рухам.	Другий закон Ньютона	Акселеро- метр	10 клас
Пластинкові записи	Щоб зрозуміти взаємозв'язок між кутовою швидкістю та лінійною швидкістю обертається об'єкта, що зазнає рівномірного кругового руху.	Кутова швидкість	Камера	10 клас

Різкий поворот	Опишіть прискорення під час рівномірного кругового руху (UCM). Визначте доцентрове прискорення та фактори, від яких залежить доцентрове прискорення.	Доцентрове прискорення	Акселерометр	7 клас 9 клас
Сальто	Для опису руху твердого тіла під час його підкидання в повітря, аналізуючи його рухи як з будь-якої точки вздовж тіла, так і з центру мас.	Центр мас	Камера	10 клас
Піратський корабель	Вивчіть величини, пов'язані з рухом маятника, та їх залежність від характеристик маятника (довжина, маса, початкові умови тощо).	Маятник - Період	Камера	7 клас


Хвильова машина	Зрозуміти вплив середовища поширення на рух та амплітуду хвилі, коли вона рухається крізь середовище	Хвилі	Камера	11 клас
Урок співу	Визначте зв'язок між висотою музичної ноти та тоном та частотою її звучання.	Звук і частота	Сонометр	8 клас

Експерименти в додатку згруповані за категоріями: ігри, в яких подано всі наявні кроки та підказки, та розширені дослідження, в яких слід проявити власне бачення експериментальної діяльності та провести дослідження, без посібника чи інструкції. Дослідження в додатку охоплюють такі теми з курсу фізики як :

- механічний рух;
- сила та енергія;
- коливання та хвилі;
- обертальний рух.

*Таблиця 3.3*

### **Зразки деяких експериментальних дослідження в Lab4Physics**

<b>Розділ</b>		<b>Експерименти</b>
	Ігри з фізики	Ви рухаєтесь, як Тесла
		Прискорення з Ньютоном
		Марія Кюрі така кучерява
		Піратський корабель

	Рух	Острів скарбів
		Аквапарк
		Атлетичний виклик.
		Золота медаль
		Місячна прогулянка
		Прогулянка на місяці
		Поїздка в кіно 1.
		Приклад Дилеми
		Червоне світло, зелене світло
		Гірка в аквапарку.
		Біг на 100 метрів
		Глибоке занурення
Поїздка в кіно 2		
	Сила та енергія	Складайте свій телефон
		Виконання роботи без реалізації
	Хвилі	Хвильова машина
		Кільця
		Хвильова машина
		Піратський корабель
		Урок музики 1.
		Урок музики 2
	Обертальний рух	Паровий локомотив.

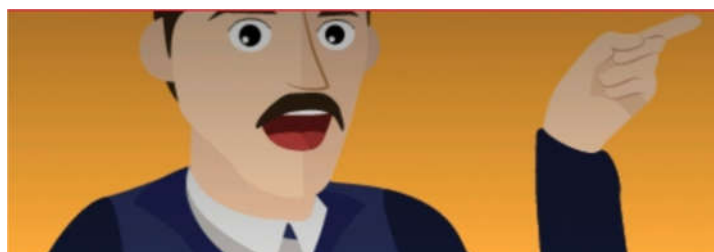
### 3.2. Лабораторні роботи для дослідження та навчання

Проаналізувавши запропоновані розробниками навчального додатка дослідницько-лабораторні завдання ми зупинилися на детальному описі й

адаптації тих задач, які можуть бути використані вчителями на уроках фізики для проведення лабораторних робіт за шкільною програмою та гурткової роботи чи дослідницької діяльності.

## Дослідницька лабораторна робота №1

**Задача:** “Ви рухаєтесь, як Тесла”



### Приклад із реального життя.

Перехожий зупиняє вас на вулиці та запитує дорогу до найближчого супермаркету. Ви вказуєте в певному напрямку і кажете йому пройти 10 метрів у цьому напрямку.

### Запитання для роздумів:

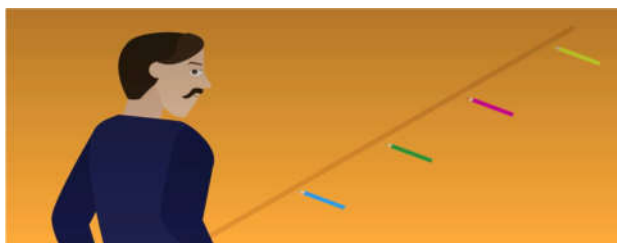
Якщо перехожий рухається з постійною швидкістю, яким буде його шлях та переміщення?

**Матеріали:** Вам потрібна лише ваша цікавість.

**Час:** необмежений.

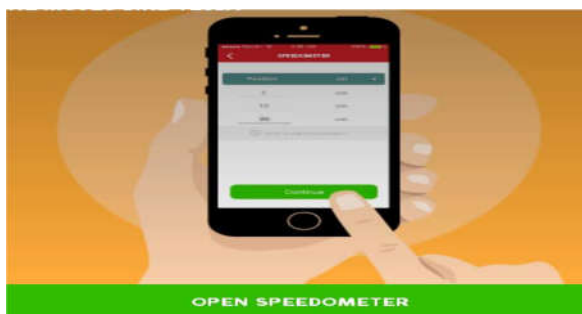
### Хід роботи

#### 1. Підготовка



Оберіть шлях, який би послужив орієнтиром для вашого дослідження. З інтервалом у один метр позначте шлях, починаючи з 0 метрів і закінчуючи на 10 метрів.

#### 2. Вимірювання



Запустіть спідометр Lab4Physics у своєму пристрої та введіть інтервали на які ви його розбили (позиції, які ви проходите). Потім ідіть вздовж шляху, натискаючи круглу кнопку на спідометрі кожного разу, коли проходите позначку.

### 3. Дізнайтеся більше

- 1) Як виглядають графіки пройденого шляху, переміщення та швидкості в координатах  $v(t)$ ,  $x(t)$ ?
- 2) Визначіть збільшується чи зменшується переміщення перехожого в залежності від часу?
- 3) Хотіли б Ви дізнатись більше про переміщення та швидкість руху?

## Дослідницька лабораторна робота №2

**Задача:** «Прискорене навчання з Ньютоном»



### Приклад із реального життя

Ви запізнюєтесь на заняття. Намагаючись поспішити, ви набираєте швидкість ходьби. Коли ви наближаєтесь до повороту вулиці, світло стає червоним, і ви різко зупиняєтесь перед тим, як вийти на пішохідний перехід.

### Запитання для роздумів:

Ви прискорюєтесь під час різкої зупинки?

**Матеріали:** вам потрібна лише ваша цікавість.

**Час:** необмежений

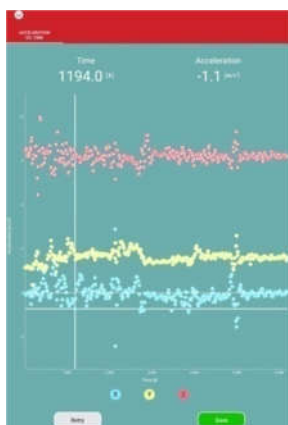
### Хід роботи

## 1. Вимірювання



Відкрийте акселерометр Lab4Physics у вашому пристрої та розпочніть вимірювання, натиснувши "GO". Швидко помахайте пристроєм у руці, а потім раптово зупиніть його. Натисніть «Зупинити», щоб зупинити вимірювання та зберегти ваші дані

## 2. Спостереження

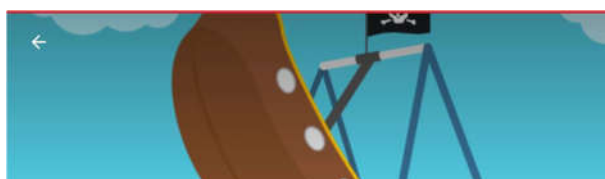


На основі ваших вимірювань, зробіть висновок чи пристрій прискорювався під час раптової зупинки?

Оцініть його прискорення.

### Дослідницька лабораторна робота №3

**Задача:** «Піратський корабель».



### Приклад із реального життя

Уявіть, що ви власник парку розваг. Ви намагаєтеся збільшити



відвідуваність свого парку, пропонуючи американські гірки, вільне падіння та батут. Одним з атракціонів, який останнім часом не мав особливого успіху, є Піратський корабель, але це особливий атракціон в парку, тому ви хочете його зберегти. Ваше завдання – покращити поїздку для майбутнього перезапуску.

### Запитання для роздумів:

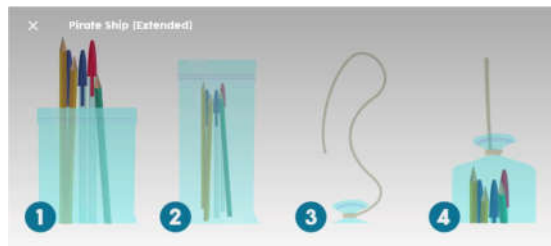
1. Як ви пропонуєте зробити атракціон привабливішим для відвідувачів парку?
2. Які зміни потрібно було б внести в поїздку?

**Матеріали:** вимірювальна стрічка або лінійка, 1 пряжа з ниток, малярська стрічка, прозорий поліетиленовий пакет, маси (предмети), масштаб, звіт лабораторної діяльності

**Час:** 80-90 хв.

### Хід роботи

#### 1. Побудуйте піратський корабель



Покладіть деякі свої предмети в поліетиленовий пакет. Закрийте пакет і заклейте його скотчем. Відріжте шматок нитки завдовжки 1 м і прив'яжіть один з його кінців до мішка. Переконайтесь, що натягнута нитка залишається прив'язаною до мішка, коли ви відпускаєте маятник.

За допомогою вчителя вирішіть, яку зі змінних ви будете вивчати у своєму експерименті.

#### 2. Вимірювання

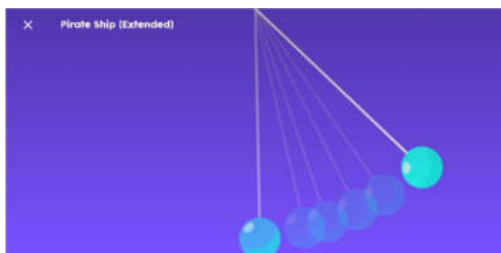


Вимірювач відкриває камеру і стоїть перпендикулярно маятнику, щоб записати рух. За сигналом координатора вимірювач натискає GO! Через 2

секунди пірат звільняє маятник. Вимірювач чекає 3 цикли і натискає СТОП.

Період коливань -- це різниця в часі між двома послідовними піками.

Чи змінився Рух?



Використовуйте таблицю, щоб заповнити графік. Знайдіть змінну залежності на осі x (залежна змінна) та період на осі y (незалежну або вимірну змінну).

Чи існує взаємозв'язок між змінною, яку ви вивчали, і періодом маятника? Тобто, чи зміна змінної дослідження істотно змінює період?

### 3. Застосування.

Дайте відповіді на запитання:

1. Переглядаючи ваші висновки та висновки інших груп, які зі змінних впливають на період?

2. Як би ви запропонували змінити поточний дизайн Піратського корабля, щоб зробити поїздку більш привабливою для відвідувачів парку і таким чином виконати завдання, викладені в розділі "Питання, про які слід подумати"?

### 4. Вправа на метапізнання

Складіть перелік трьох речей, про які ви не знали до уроків і вивчили сьогодні.

## Дослідницька лабораторна робота №4

**Задача:** Атлетичний виклик.



**Приклад із реального життя**

Ваша школа організовує змагання з різними спортивними видами діяльності. Щоб зробити його більш інноваційним, планується спеціальна подія - змагання зі спортивного бігу, в яких бігунам доведеться змінити напрямок руху та пройти рух по тому самому шляху. Формат змагань також буде особливим: учасники стартують із середини траси, біжать до одного кінця, а потім закінчують гонку в іншому кінці траси.

Судді планували мати три призові категорії: найвища середня швидкість, середня швидкість і найвища миттєва швидкість. Вони можуть бути присуджені лише одній особі або різним людям. Ваш друг каже, що хоче спробувати виграти приз, але при цьому буде дуже важко виграти одночасно у всіх трьох категоріях. Він хоче вашої поради.

### **Запитання для роздумів:**

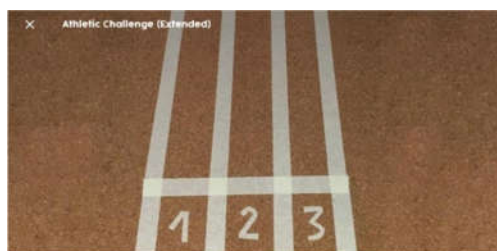
Якою буде найкраща стратегія для перемоги в кожній з трьох категорій окремо?

**Матеріали:** іграшковий автомобіль, мірна стрічка або лінійка, малярська стрічка, маркери, звіт лабораторної діяльності, пристрій з Lab4Physios

**Час** 80-90 хв.

### **Хід роботи**

#### **1. Доріжка**



Готуйемо атлетичну доріжку.

1. Візьміть шматок малярського скотча довжиною більше 2 метрів і приклейте його до горизонтальної поверхні. Можна використовувати довгий стіл або підлогу.

2. Позначте центральне положення, яке буде положенням 0 см. Потім робіть позначки з інтервалом 20 сантиметрів, рухаючись до одного кінця доріжки. Позначте ці позначки 20 см, 40 см та 60 см.

3. Поверніться до центральної позначки, а потім робіть позначки з інтервалом 20 сантиметрів у зворотному напрямку, позначаючи кожен позначку зменшуючи від'ємними числами: -20 см, -40 см та -60 см.

4. Бігун буде представлений іграшковим автомобілем.

## 2. Вибір ролей



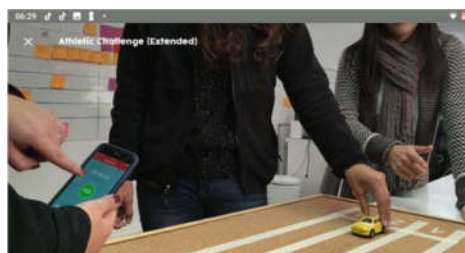
Тепер, коли ви налаштували трек, вам слід призначити такі ролі: спортсмена, судді та тренера.

Спортсмен рухатиметься іграшковим автомобілем із заданою (постійною) швидкістю по траєкторії.

Суддя буде стояти в положенні близько до траси. Він використовуватиме інструмент спідометра Lab4Physics для вимірювання часу, необхідного для того, щоб іграшковий автомобіль проїхав повз кожен з позначок уздовж доріжки.

Щоб гарантувати точність вимірювань, тренер повинен подавати сигнал судді кожного разу, коли іграшковий автомобіль проходить одну з позначок.

## 3. Перший учасник підсилюється



Стратегія першого бігуна полягає в тому, щоб пробігти всю трасу з однаковим темпом, як це робить марафонець. З цією метою він буде проходити кожен позначку приблизно кожні 4 секунди. Для вимірювання цього руху суддя повинен відкрити спідометр і ввести положення, які спортсмен буде проходити під час бігу: 0, 20, 40, 60, 40, 20, 0, -20, -40 і -60 сантиметрів.

Коли всі готові, тренер (координатор) повинен подати початковий сигнал, щоб спортсмен почав рух одночасно з тим, що суддя (вимірювач) починає вимірювання. Потім вимірювач повинен натискати на екран кожного разу, коли він отримує сигнал від координатора, починаючи з позначки 0 см.

Після закінчення не забудьте зберегти вимірювання.

#### 4. Другий претендент

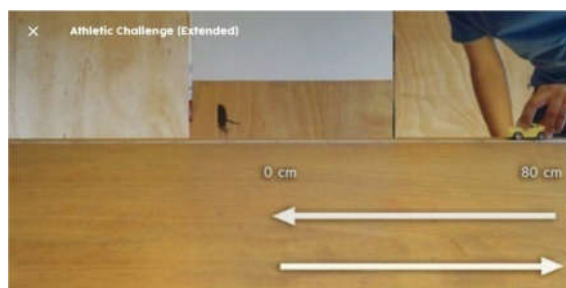


Другий бігун планує рушити дуже швидко з перший сигнал, але, швидше за все, йому доведеться зменшити темп, коли він змінить напрямок.

У першій частині траси він буде проходити позначку кожні 3 секунди, а у другій частині - кожні 5 секунд. Тренер використовує той самий перелік позицій, що і на попередньому кроці: 0, 20, 40, 60, 40, 20, 0, -20, -40 та -60 сантиметрів.

Кожен учасник групи повторює дії з кроку 3. Не забудьте зберегти свої дані та записати їх у таблицю

#### 5.Останній бігун



Третій бігун хоче дотримуватися іншої стратегії, ніж два попередні. Він збирається змінити напрямок руху: спочатку він помчить до від'ємних позначок, а потім закінчить біг у положенні 60 см. Він пробіжить трасу у постійному темпі, проходячи приблизно одну позначку кожні 4 секунди.

Тренер повинен використовувати новий перелік позначок: 0, -20, -40, -60, -40, -20, 0, 20, 40 і 60 сантиметрів. Потім кожен член групи повторює дії з кроку

3. Не забудьте зберегти свої дані та записати їх у таблицю даних лабораторного звіту.

## 6. Вибір переможця



Щоб вибрати переможця в кожній категорії, нам потрібно зібрати всі дані з кроків 3, 4 та 5 та заповнити таблицю лабораторного звіту даними про загальний час, пройденої відстань, початкове положення і остаточне положення для бігуна 1, 2, 3. Потім за допомогою своїх приміток, конспектів або підручника знайдіть визначення середньої швидкості та миттєвої швидкості. Потім запишіть це разом із величинами, які потрібно визначити з середньою швидкістю. Для того, щоб вибрати переможця, потрібно розрахувати середню швидкість та середню швидкість для кожного учасника.

1) Чи існує залежність між середньою швидкістю та середньою миттєвою швидкістю?

2) Повторіть спостереження, чи проводиться це спостереження для учасників, гонки яких вимірювались на кроках 4 та 5?

## 7. Застосування вивченого

Подивіться на дані, отримані в розділах «Вимірювання та аналіз» щодо швидкостей.

Що означає знак швидкості?

Приймаючи суперечливе та розділене рішення, журі вирішує врахувати знак кожної величини при визначенні результатів. Іншими словами, журі вважатиме  $-6 \text{ м / с}$  меншим за  $2 \text{ м / с}$ .

Чи здається вам це рішення справедливим? Поясніть, на які з вимірних величин це рішення найбільше впливає та чому.

Враховуючи рішення суддів, хто є переможцями у кожній із категорій

змагань: найвища середня швидкість, найвища середня швидкість та найвища миттєва швидкість? Після довгих обговорень та дебатів серед тренерів, суддів та учасників організатори змагань замислюються про зміни на наступний рік.

Пропозиція, яка в даний час має найбільше схвалення, полягає у внесенні змін в трасу, щоб гонка починалася з центру траси і закінчувалась там же. Які проблеми може викликати нова пропозиція? Поясніть.

Беручи до уваги те, що ви дізналися в цьому експерименті, і обмірковуючи стратегію, запропоновану в розділі "мотивація", чи могли б ви переглянути стратегію виграшу призу в різних категоріях? Поясніть.

### **Вправа на метапізнання**

Ця вправа допоможе вам поміркувати про те, чого ви особисто досягли під час цього експерименту. Заповніть цю схему, починаючи знизу. У кожному пробілі запишіть лише ту думку, яка вам здається найважливішою.

## **Дослідницька лабораторна робота №5**

**Задача:** Прогулянка на Місяці.



### **Приклад із реального життя**

У нас дуже важлива місія для вас. Нам потрібно, щоб ви стали космонавтом і висадилися на Місяць. Дуже важливо пройти кілька метрів, коли вперше зійдете з корабля, оскільки вам потрібно буде зрозуміти, як ваше тіло рухається на Місяці. Це доведеться робити обережно, підтримуючи стабільну швидкість. Якщо цього не зробити обережно, ви ризикуєте виплисти на простори космосу. Ви наважуєтесь прийняти цей виклик?

### **Запитання для роздумів:**

Як NASA могло відобразити рух космонавтів?

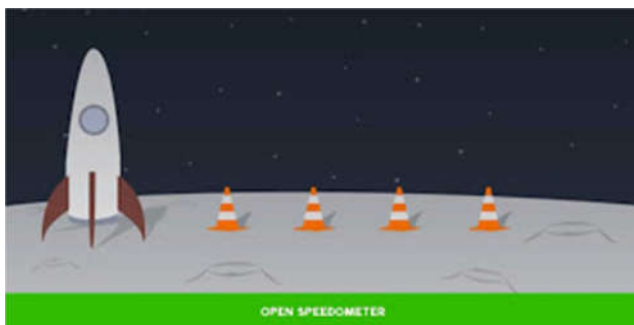
Який тип графіків був би для них корисним? Чому?

**Матеріали:** вимірвальна стрічка, крейда або маркер, лабораторний звіт.

**Час:** 60 хвилин

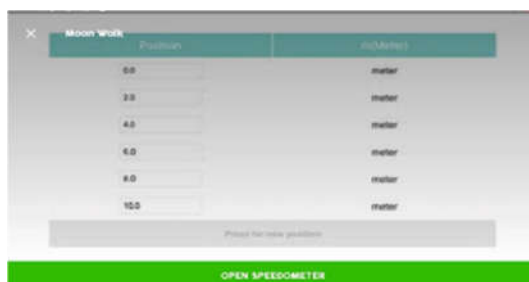
## Хід роботи

### 1. Вихід на Місяці



Знайдіть шлях, який би послужив орієнтиром для вашого шляху на Місяці. З інтервалом у два метри позначайте шлях. Перша позначка 0 м буде означати, де знаходиться корабель. Остання позначка 10 м буде означати, де слід встановити прапор.

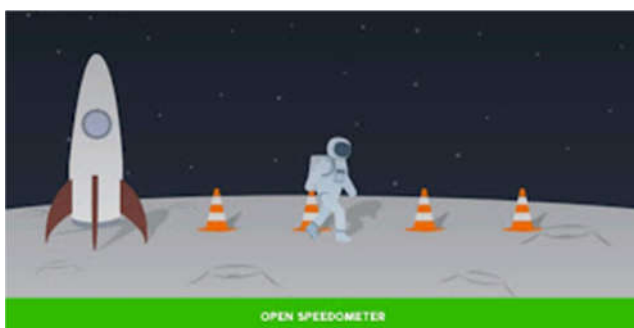
### 2. Перші кроки



Відкрийте спідометр і введіть у положення, через які пройде космонавт:

0 м → 2 м → 4 м → 6 м → 8 м → 10 м

### 3. Людина на Місяці

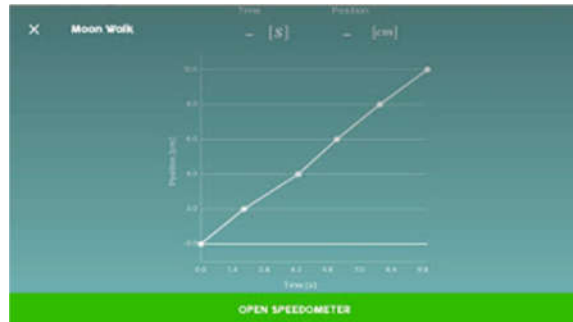


Астронавт (Учень 1) повинен йти дуже повільно і стабільно вздовж стежки, починаючи від корабля і закінчуючи там, де він або вона хоче посадити прапор. Поки космонавт йде, учень 2 повинен натискати круглу кнопку на



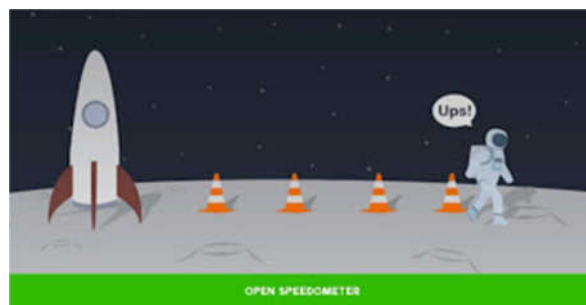
спідометрі кожного разу, коли учень<sup>1</sup> проходить повз позначку. Для забезпечення точних вимірювань учень<sup>3</sup> повинен подавати сигнал учню<sup>2</sup> щоразу, коли учень<sup>1</sup> проходить повз маркер.

#### 4. Від графів до концепції



Що говорить про графік залежності координати від часу, про темп космонавта під час прогулянки на Місяці?

#### 5. Повернення назад



Космонавт забуває прапор і повинен повернутися назад, щоб взяти його. Для цього повторіть крок 3, але у зворотному значенні (введіть позначки у зворотному порядку). Що робити, якщо астронавт ходитиме на місяць, як Майкл Джексон, щоб дістати прапор? Спробуй!

#### 6. Питання на завершення

Як би виглядав графік залежності координати від часу, якби астронавт вийшов з космічного корабля, посадив прапор і кілька хвилин стояв, споглядаючи пейзаж, перш ніж повернутися до космічного корабля?

### Дослідницька лабораторна робота №6

**Задача:** Поїздка в кіно.



### Приклад із реального життя

Одна із ваших подруг надсилає вам і всім вашим друзям запитання, чи не хочете ви подивитися фільм. У цієї подруги є машина, і вона може забрати всіх і повезти вас усіх до театру, якщо ви згодні. П'ятеро ваших друзів кажуть, що хочуть поїхати, і трапляється так, що всі вони живуть на одній вулиці, загалом це 6 друзів, які поїдуть дивитися фільм (включаючи водія). Проблема в тому, що в машину вашої подруги можуть вмістити одразу чотири людини, тож вам потрібно буде скласти план, щоб усіх привезти в кіно.

### Запитання, про які слід подумати

Яким маршрутом має проїхати машина, щоб всім було зручно?

Запропонуйте рішення цієї проблеми та включіть критерії, якими ви будете максимізувати або мінімізувати поїздку (з точки зору часу поїздки, кількості поїздок, комфорту пасажирів тощо)

**Матеріали:** Іграшковий автомобіль, аркуш паперу, мірна стрічка, малярський скотч, олівець, ножиці, звіт лабораторної діяльності.

**Час:** 80 - 90 хв.

### Хід роботи

#### 1. Будівництво

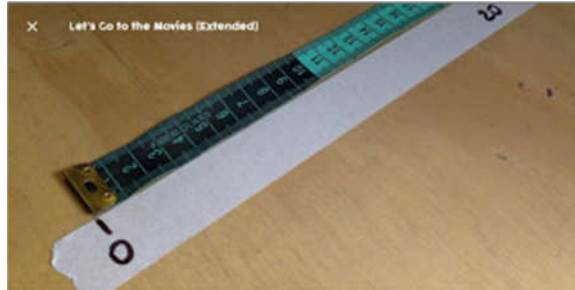


Для побудови дороги:

1. Заклейте 1,5-метровий шматок малярської стрічки на стіл.
2. Позначте кожні 20 см, представляючи місця розташування. Починати з 0 см (будинок водія) і закінчувати 140 см (театр).

3. На кожній відмітці відзначте відстань від будинку водія.
  4. Виріжте 7 аркушів паперу, представляючи друзів та театр.
- Напишіть імена на кожному фрагменті та поставте їх у вихідній точці.

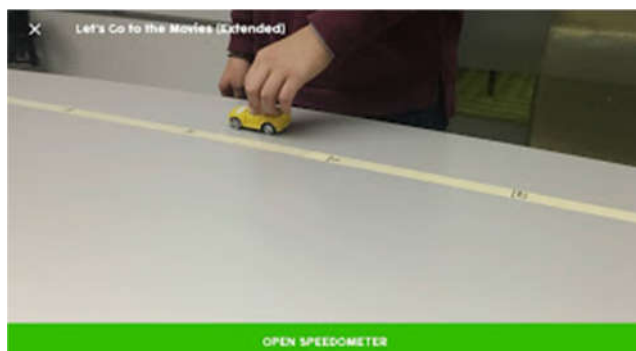
## 2. Виберіть свою роль.



Виберіть роль:

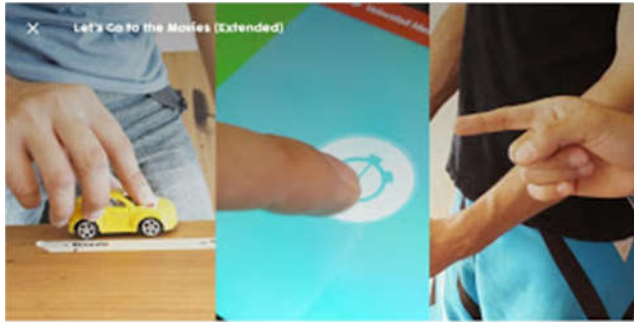
1. Водій рухатиметься іграшковим автомобілем з постійною швидкістю вздовж побудованої дороги.
2. Вимірювач буде стояти в одній точці вздовж проїжджої частини та використовуватиме інструмент спідометра для вимірювання часу, необхідного для проходження іграшковим автомобілем кожного положення.
3. Координатор подаватиме сигнал вимірювачеві кожного разу, коли автомобіль досягне одного з позначених положень.

## 3. Шлях до Ель-Дорадо



Складіть список позицій, на яких проїде машина. Можливо, вам доведеться повторити деякі моменти. Вимірювач входить у кожне положення. Потім змоделюйте поїздку, рухаючись іграшковим автомобілем. Коли водій рухає машину, координатор подає сигнал вимірювачеві, коли той доходить до наступного місця. Графіки слід використовувати як посилання, але в них відсутні деякі елементи. Які елементи відсутні?

#### 4. Де моя машина?



Використовуючи дані, створіть графік, який показує шлях та час

- 1) Що ви можете сказати про форму (тенденцію) графіка в цілому?
- 2) Який взаємозв'язок між рухами автомобіля та цим графіком?
- 3) Чи є значення на графіку позицій позитивними, негативними чи обома?
- 4) На що вказує знак?

#### 5. До нескінченності і далі



Використовуючи дані, створіть графік, який показує швидкість відносно часу.

- 1) Що ви можете сказати про форму (тенденцію) графіка загалом?
- 2) Яка залежність між рухами водія та графіком залежності швидкості від часу?
- 3) На що вказує знак?

#### 6. Критик.

Графіки залежності координати від часу та швидкості від часу представляють два аспекти одного руху. Запишіть зв'язок між ними.

Поговоріть з іншими групами, які мають зв'язки, що відрізняються від вашого. Запишіть два.

Використовуючи інформацію з графіків, як можна зменшити час поїздки?

Які ще види графіків вам знайомі?

Вправа на метапізнання

Подумайте про сьогоднішній досвід. Спочатку визначте основну ідею, яку ви вивчили сьогодні, а потім будь-які інші вторинні ідеї, пов'язані з цим лабораторним експериментом, вміст фізики або вашу взаємодію з вашою групою та іншими учнями.

### Дослідницька робота №7

**Задача:** Приклад дилеми Д



#### Приклад з реального життя

По дорозі до школи ви натрапляєте на сусіда, який ходить із вами до школи, і він запитує: "З тобою все в порядку? Здається, ти в стресі".

Ви відповідаєте: "Школа на відстані, що потребує довгих прогулянок". Він відповідає: "Для вас це набагато довша прогулянка, ніж для мене". "Але як?", Ви запитуєте: "Якщо ми живемо поруч один з одним, як це? Коротше для вас? "

#### Запитання, над якими можна подумати

Чи є якась різниця між вашим маршрутом і маршрутом вашого друга?

**Матеріали:** малярський скотч, мірна стрічка, іграшковий автомобіль, маркери та лабораторний звіт

**Час:** 45 хвилин

#### Хід роботи

**1. Підготовка дороги.**



Використовуйте малярський скотч для створення дороги та робіть рівні позначки через кожні 20 см, починаючи з положення 0 см до положення 100 см.

## 2. Вмикаємо інструмент



Введіть позиції, в яких ви збираєтеся перемістити іграшковий автомобіль, в інструмент Спідометр.

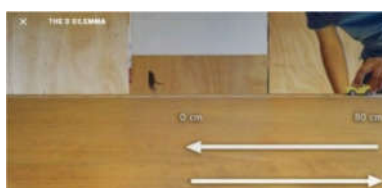
0 см → 80 см → 0 см

## 3. Експеримент в групі



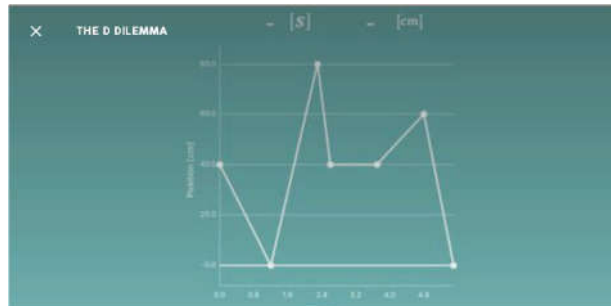
Учень 1 рухатиметься іграшковим автомобілем вздовж шляху малярської стрічки. Учень 2 використовуватиме інструмент «Спідометр» для вимірювання часу, протягом якого автомобіль проходить через кожен із маркерів, натискаючи екран інструменту. Учень 3 подасть сигнал партнерам, коли машина проїде через маркери (позиції).

## 4. Дорога до школи



Імітуйте рух до школи та назад за допомогою іграшкової машинки. Іграшковий автомобіль повинен просуватися вперед, а потім долати ту саму відстань, яку він подолав.

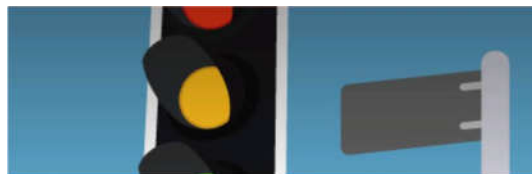
### 5. Графік нового шляху



- 1) Якщо б ви поїхали кудись із дому і хотіли показати батькам, як далеко ви знаходитесь, чи слугував би цей графік цій меті?
- 2) Чи змогли б ваші батьки сказати, як далеко ви були?
- 3) Це дорівнює тому, наскільки ви насправді були переміщені?

### Дослідницька робота №8

**Задача:** Червоне світло, зелене світло.



#### Приклад з реального життя

Автомобілі з ручним керуванням мають три педалі. Зчеплення використовується для перемикання передач без зміни швидкості автомобіля. Залишилися педалі, гальмо в центрі та акселератор праворуч змінюють спосіб руху автомобіля по тротуару. Машини автомат мають лише дві педалі, гальмо та акселератор.

Автомобіль, на якому ви їдете, рухається з помірною швидкістю, наприклад, 30 км/год. Раптом стоп-сигнал попереду червоніє, і водій натискає на гальма, доводячи машину до повної зупинки.

#### Запитання для роздумів

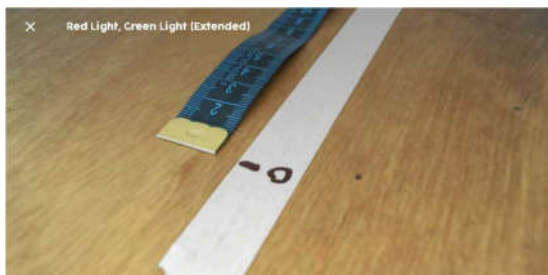
Коли машина гальмує, чи не зазнає вона якогось прискорення?

**Матеріали:** іграшковий автомобіль, мірна стрічка, малярський скотч, маркер, модель знака світлофора, звіт лабораторної діяльності.

**Час:** 80 - 90 хв.

## Хід роботи

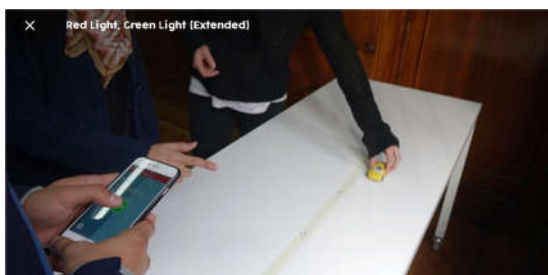
### 1. Світлофор



Створіть проїжджу частину:

1. Відірвіть шматок малярської стрічки довжиною 2 м і приклейте його до краю столу.
2. За допомогою мірної стрічки робіть позначки на дорозі через рівні проміжки часу. Наприклад, 6 позначок через кожні 30 см.
3. Складіть стоп-сигнал, який вам дає ваш учитель.
4. Поставте стоп-сигнал у положення 0 см.

### 2. Визначте свої ролі.



Визначте ці ролі:

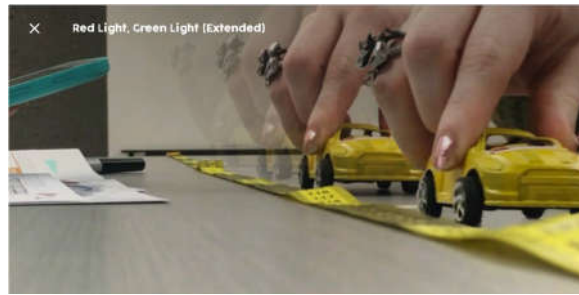
Водій рухатиметься іграшковим автомобілем уздовж проїжджої частини дороги зі змінною швидкістю відповідно до показань.

Вимірювач використовуватиме спідометр для вимірювання часу, який витрачає водій, щоб подолати кожен позначку на малярській стрічці.

Координатор подає сигнал вимірювачеві кожного разу, коли автомобіль проходить одну з позначок.

### 3. Стоп-сигнал стає зеленим





Перше вимірювання: Вимірювач входить у положення, за якими проїде автомобіль.

Координатор подає сигнал водієві запуснитись і вимірювачу кожного разу, коли водій проходить позначку. Водій поступово збільшує швидкість. Накресліть графіки.

Друге вимірювання: встановіть стоп-сигнал на 150 см. Автомобіль повинен їхати від кінцевої точки до початкової.. Вимірювач вводить положення по порядку: 150, 120, до 0 см. Водій поступово збільшує швидкість.

Накресліть графіки.

#### **4. Світло стає червоним**



Третє вимірювання: Тримайте світлофори в кінці.

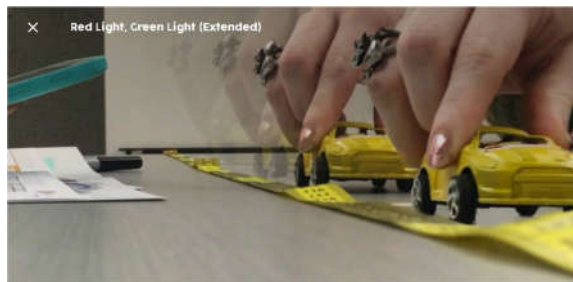
Вимірювач вводить положення по порядку.

Водій починає рухатися до положення 0 см, рухаючись швидко до стоп-сигналу та поступово повільніше, поки не зупиниться на світлофорі. Накресліть графіки.

Четверте вимірювання: поставте стоп-сигнал на початок.

Вимірювач вводить положення по порядку: 150, 120, до 0 см. Водій починає рух перед кінцевим положенням, швидко до стоп-сигналу, поступово повільніше, поки не зупиниться на світлофорі. Накресліть графіки.

#### **5. Гальмо та акселератор**



Подивіться на графіки швидкості 2 та 4, коли автомобіль рухається до від'ємної осі. У чому подібність та відмінність цих двох графіків?

Щоб зрозуміти прискорення у кожному випадку вище, нам потрібно буде розрахувати значення прискорення, знайденого в кожному з вимірювань. Для цього ми знайдемо значення прискорення, яке відповідає остаточній зміні швидкості.

Отримайте ці дані зі спідометра на вкладці "Таблиця даних". Заповніть таблицю.

### 6. Застосування вивченого

1) Якщо порівняти рух автомобіля, коли він наближається до червоного світла, і його рух після того, як світло світлофора загориться зеленим, в якому з випадків спостерігається прискорення? Поясніть, чому?

2) Якщо є прискорення у випадку, описаному вище, чи можемо ми знати, прискорення додатне чи від'ємне? Поясніть, чому?

Вправа на метапізнання

Які елементи сьогоденного досвіду були для вас новими та могли б бути корисними в інших класах або поза класом?

## Дослідницька лабораторна робота № 9

**Задача:** Аквапарк



### Приклад з реального життя

Літо жарке, і ти та твої однокласники вирішили піти в аквапарк.

Ти та твої найкращі друзі вирішили піднятися на найвищу гірку в парку.

Піднімаючись на вершину гірки, ви відчуваєте прилив адреналіну!

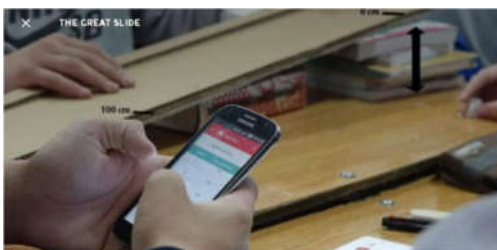
**Питання**, щоб подумати про оформлення спуску та про те, як ковзати швидше, ніж усі однокласники.

**Матеріали:** мірна стрічка, фломастери, куля, невеликий блок та лабораторний звіт.

**Час:** 60 хвилин

## Хід роботи

### 1. Підготовка спуску



Приклейте на дошку шматочки малярського скотчу, розмічаючи слайд кожні 20 см, починаючи з положення 0 см і закінчуючи положенням 100 см.

Помістіть предмет (наприклад, книгу) нижче позначки 0 см, щоб створити нахил.

### 2. Планування.



Відкрийте інструмент «Спідометр» у програмі Lab4Physics і введіть у положення на слайді, які пройде куля:

0 см → 20 см → 40 → 60 см → 80 см → 100 см

### 3. Випробовування.



Покладіть кульку на похилу дошку та відстежуйте її рух у міру опускання, починаючи з 0 см і закінчуючи на 100 см.

#### 4. Повторення.



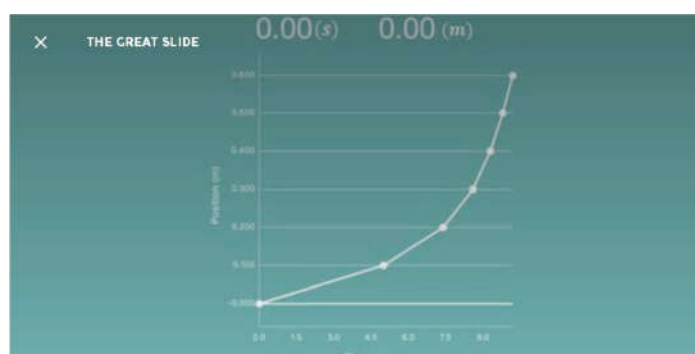
Зворотний нахил у положенні 100 см.

Увійдіть у нові положення, змінивши порядок, як показано нижче:

100 см → 80 см → 60 см → 40 см → 20 см 0 см.

Повторіть попередню процедуру з кроку 3, після розміщення м'яча в положенні 100 см.

#### 5. Запитання для аналізу.



Відкрийте графіки положення та часу та швидкості та часу.

- 1) Що відбувається зі швидкістю кульки, коли вона ковзає по дошці?
- 2) Чи можна зупинити ковзання вашого тіла, перш ніж дійти до води?

У міському парку є гірка, яку потрібно замінити. Діти просять вас створити новий слайд, який дозволяє їм рухатися швидше.

3) Як би ви створили швидший слайд для дітей?

### Дослідницька лабораторна робота №10

**Задача:** Біг на 100 метрів.



#### Приклад із реального життя

Вас запрошують взяти участь у змаганнях: біг на 100 метрів на атлетичній трасі Національного стадіону. Це змагання складається з перегонів по прямій лінії на атлетичній трасі з максимальною швидкістю.

Ви змагаєтесь і отримуєте перше місце. Повернувшись на уроки фізики, вас вітають всі однокласники. Тоді ваш вчитель фізики ставить перед класом наступне запитання.

#### Питання для роздумів:

Чи Ви сказали б, що якби однокласник був найшвидшим, у нього була найвища середня швидкість у перегонах?

Скажете, що найшвидший конкурент має найвищу швидкість?

**Матеріали:** іграшкових автомобілів, мірна стрічка, малярський скотч, маркери та лабораторний звіт.

**Час:** 45 хвилин

#### Хід роботи

##### 1. Підготовка треку



Скористайтесь стрічкою для створення композиції. Позначте однаково

розташовані маркери, наприклад кожні 50 см, починаючи з 0см, що представляє початкову точку до 100 см, фінішну пряму.

Введіть ці позиції в інструмент. У більшому масштабі використовуйте відстані, такі як 0, 5 та 10 м.

## 2. Визначення ролей.

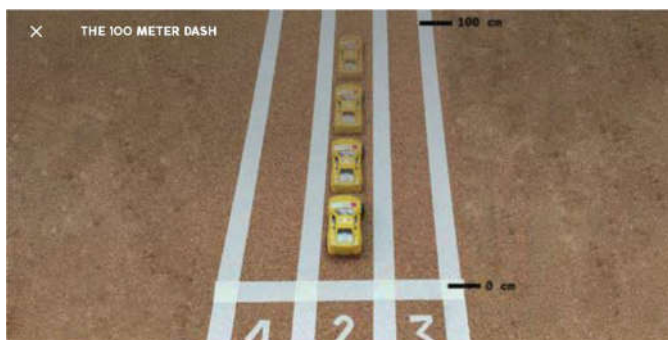


Учень 1 подасть сигнал своїм партнерам, коли бігун пройде кожну марку, починаючи з нуля.

Учень 2 рухатиметься іграшковим автомобілем (імітуючи учня) вздовж доріжки.

Учень 3 користується інструментом «Спідометр», щоб виміряти, скільки часу потрібно, щоб іграшковий автомобіль дістався до кожної позиції.

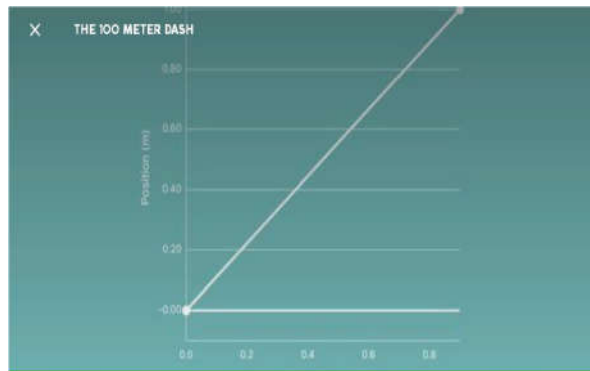
## 3. Перше вимірювання.



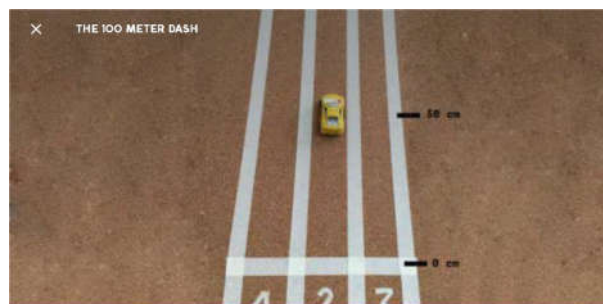
Перше вимірювання складається з переміщення іграшкового автомобіля з положення 0см на 100 см.

Вивчіть графік положення та часу. Не забудьте зберегти зразок, щоб потім можна було проаналізувати його далі.

## 4. Аналіз графіка.



- 1) Дивлячись на графік та аналізуючи його, яку відстань подолав бігун?
- 2) Яке його переміщення?
- 3) Маючи це на увазі, чи не могли б Ви розрахувати середню швидкість?
- 4) Як це порівняно із середньою швидкістю?
5. **Фальшивий старт.**



Під час другого вимірювання гонка починається, але раптом бігун чує гудок, що означає, що це був помилковий старт, тому бігуни повинні повернутися до вихідної точки, проходячи пішки.

Нові позиції становлять 0, 50 см та 0 см. Дивлячись на графік та аналізуючи його, як змінюється шлях порівняно із переміщенням бігунів? Маючи це на увазі, чи не могли б Ви розрахувати середню швидкість? Як це порівняно із середньою швидкістю?

## 6. Аналіз.



1) Порівняйте та проаналізуйте обидва вимірювання. Які відмінності між обома вимірами?

Середня арифметична швидкість і середня шляхова швидкість часто вважаються синонімами.

2) Переглядаючи обидва графіки, чи могли б ви сказати, що це правда? Чому?

В якому вимірі середня арифметична швидкість вища? У якому вимірі середня швидкість вища? В гонці, які елементи потрібно враховувати, щоб розрізнити середню швидкість та швидкість бігуна?

### Дослідницька лабораторна робота №11

**Задача:** Глибоке занурення..



#### Приклад із реального життя

Уявіть, що ви досвідчений дайвер. Під час практики дайвінгу ви стрибаєте з платформи, яка знаходиться на висоті 10 метрів над поверхнею води. Ви обертаєтесь і крутитеся так, що досягаєте води у ідеальному вертикальному положенні, витягнувши руки. Опинившись під водою, ви дозволяєте собі плисти до дна басейну, рухаючись вашим власним рухом і земною гравітацією. Дійшовши до дна басейну, ви відштовхуєтесь, щоб повернутися на поверхню, щоб ви могли вийти і знову стрибнути.

#### Запитання для роздумів



Як рух вашого тіла під водою відрізняється від руху вашого тіла в поверхні після того, як ви пірнаєте з платформи?

Поясніть свої думки нижче.

**Матеріали:** 250 мл градуйований циліндр (мінімум 30 см у висоту), кулька, нитка, прозора клейка стрічка, малярський скотч, ручка, мірна стрічка або лінійка, рідке мило (500 мл), звіт лабораторної діяльності.

**Час:** 80 - 90 хв,

### Хід роботи

#### 1. Створення модельного басейну



1. Градуйований циліндр представляє басейн. Наклейте на циліндр малярський скотч вертикально і наповніть його милом (не до краю).

2. Позначте стрічку на поверхні мила як 0 см, а потім кожні 3 см, поки не дійдеш до основи. Позначте кожну марку її віддаленістю від поверхні.

3. Кулька представляє водолаза. Навколо нього зав'яжіть мотузку прозорим скотчем.

#### 2. Виберіть свою роль



Виберіть роль:

Водолаз випустить кульку у басейн.

Вимірювач за допомогою спідометра вимірює час, який кулька проходить за кожну позначку.

Координатор подаватиме сигнал вимірювачеві кожного разу, коли кулька проходить мітки. Координатор також повинен переконатися, що кулька не торкається стінок циліндра.

### 3. Перший стрибок



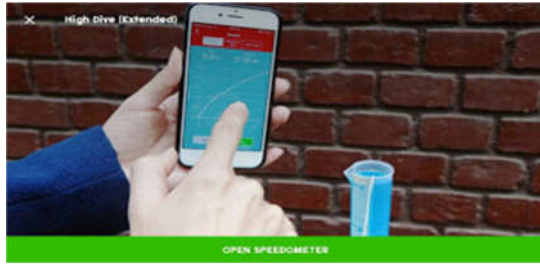
Вимірювач повинен увійти в положення, за якими кулька буде проходити, падаючи - 0, 3, 6, і так далі до 24 см - у спідометр. За сигналом координатора водолаз випустить кульку з поверхні, і вимірювач почне проводити вимірювання, натискаючи щоразу, коли координатор сигналізує, що кулька пройшла позначку. Збережіть свої вимірювання.

### 4. Другий стрибок



Повторіть ту ж процедуру, що і вище, але водолаз повинен випустити кульку на 5 см над поверхнею мила. Позиції, введені в спідометр, залишаються незмінними. Збережіть цей другий набір даних. Опишіть графіки руху кульки при його падінні. Чи помічаєте ви якісь закономірності чи тенденції на цих графіках?

### 5. Стрибок знань



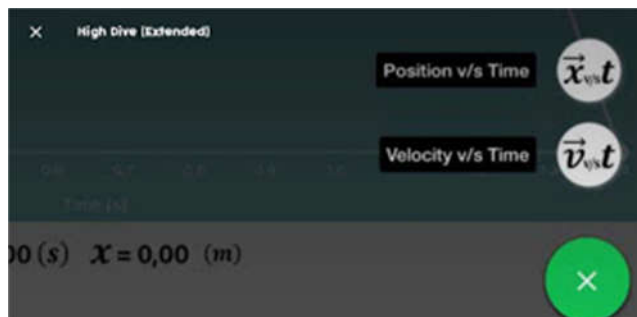
Які подібності та відмінності ви спостерігаєте на графіках для першого та другого стрибка?

Дивлячись лише на другу половину руху, яким є цей рух для обох стрибків?

Намалюйте графік координати та часу, який показує лише другу половину руху для обох стрибків.

Визначте, яка із кульок закінчить рух із більшою швидкістю.

### 6. Застосування вивченого.



Яка характеристика графіка координати допоможе визначити, яка кулька рухається швидше?

Якою була б ця характеристика, якби кулька залишався на одному місці?

Яка різниця між рухом кульки та водолазом, що падає по повітрю?

Розмірковуючи над цим експериментом, чи може тіло при вільному падінні через атмосферу прискорюватися нескінченно?

### Вправа на метапізнання

Визначте головну ідею, яку ви сьогодні вивчили, а потім будь-які інші вторинні ідеї, пов'язані з цим лабораторним експериментом, фізичний зміст або вашу взаємодію з вашою групою та іншими студентами.

## Дослідницька робота №12

**Задача:** Транспортний засіб зламався.



### Приклад із реального життя

Уявіть, що раптом транспортний засіб, на якому ви їдете, зламався. Водій запитує, чи допоможете ви допомогти. Ти намагаєшся, але ти не можеш цього зробити.

### Запитання для роздумів

Яка різниця між кількістю людей, необхідних для пересування на невеликій машині, та кількістю людей, необхідних для руху автобуса?

**Матеріали:** дві гири однакової ваги (це можуть бути дві однакові пляшки об'ємом 250 мл, наповнені водою), нитка або шпагат, аркуш паперу, малярський скотч, сумка, калькулятор, прозора клейка стрічка, ножиці або діркопробивач, звіт лабораторної діяльності.

### Хід роботи

#### 1. Система мас



Побудуйте дві маси.

Для № 1 приклейте шматочок прозорої клейкої стрічки вздовж одного з коротших країв аркуша паперу; потім пробийте отвір через центр цього шматка стрічки. Приклейте пристрій на папір.

А для №2 наповніть дві пляшки водою, одну повну, а другу наполовину. Помістіть їх усередині мішка і за допомогою нитки прив'яжіть мішок з пляшками з водою до аркуша паперу.

## 2. Визначте свої ролі

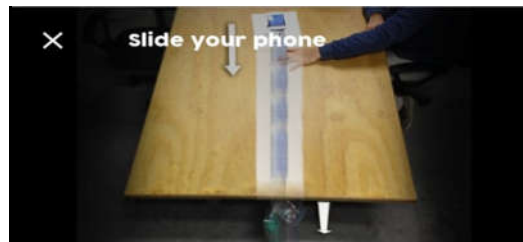


Інженер притримає аркуш паперу з прикріпленим до нього пристроєм на поверхні столу

Вчений повинен активувати інструмент акселерометра Lab4Physics, натиснувши GO!, а потім через кілька секунд закінчить вимірювання, натиснувши STOP.

Координатор повинен розмістити масу 2 біля краю столу, подати сигнал для початку вимірювань, а потім відпустити масу 2. Крім того, координатору потрібно буде звернути увагу на рух маси 1, переконавшись, що вона не падає і пошкоджується.

## 3. Перше випробування



Координатор повинен подати сигнал до запуску, після чого вчений повинен активувати акселерометр, а інженер відпустити пристрій.

Як тільки пристрій ковзає на кілька сантиметрів по поверхні столу, координатор повинен бути готовим зловити пристрій, переконавшись, що він не летить зі столу.

Вчений закінчить вимірювання натисканням кнопки STOP. Не забудьте зберегти свої дані.

## 4. Друге випробування.



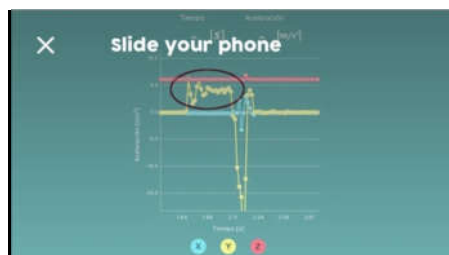
Що станеться з прискоренням пристрою, якщо ви дістанете одну з пляшок із пакета і покладете її на аркуш паперу?

Напишіть свою гіпотезу в лабораторному звіті.

Зробіть другий спуск, але цього разу вийміть одну з пляшок з пакета і покладіть її поверх аркуша паперу.

Не забудьте зберегти свої дані для цього другого вимірювання.

## 5. Спуск.



Після того, як ви розрахували середнє прискорення для кожної осі, відповідайте на такі запитання:

З яким прискоренням рухається пристрій у кожному слайді?

Яка сила змушує пристрій розганятися?

Чому еквівалентна ця сила?

Як зміна маси  $2$  впливає на ваші результати?

Що могло б статися з прискоренням пристрою, якби ви додали ще більше маси в сумку?

Як можна пов'язати поняття сили, маси та прискорення одне з одним?

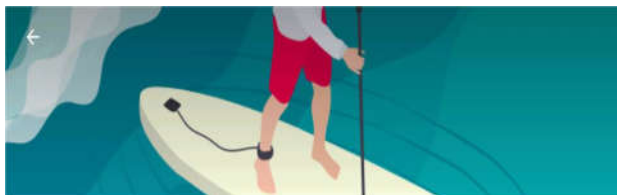
Не забудьте відповісти на ці запитання у своєму лабораторному звіті.

Вправа на метапізнання

Чи існують інші випадки, коли ми могли б використати те, що дізналися в цьому експерименті? Наведіть кілька прикладів та поясніть свою відповідь.

## Дослідницька робота №13

**Задача:** Хвильва машина.



### Приклад із реального життя

Серфери можуть подорожувати на великих відстанях по хвилях і використовувати свою енергію, щоб робити сальто та інші трюки для глядачів. Чим більше висота і швидкість хвилі, тим довше серфер зможе їздити на ній, мати більше можливостей для обертань та інших маневрів. Великою загадкою серфера є пошук хвилі. Ідеальні хвилі завжди утворюються поблизу берегової лінії. Хвилі, що виробляються в глибоких водах, не мають достатньої висоти або правильної форми, щоб зламатися, і тому не підходять для серфінгу.

### Питання для роздумів

Чому, на вашу думку, хвилі розбиваються лише на пляжі, а не в глибоких водах?

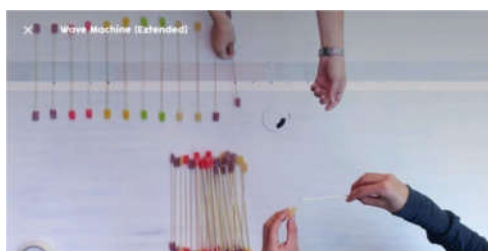
Опишіть, якими є хвилі, коли вони наближаються до пляжу, і що відбувається, коли вони досягають берега.

**Матеріали:** щільна прозора клейка стрічка, дерев'яні шпажки, іграшка для тесту, ліплення з глини або м'яких цукерок (наприклад, фруктові гумі, клейкі ведмеді або киселі), мірна стрічка, маркер, ножиці, шкала, звіт лабораторної діяльності

**Час:** 80 - 90 хв.

### Хід роботи

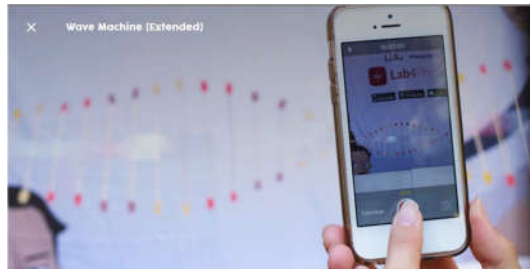
#### 1. Побудуйте машину



Побудуйте середовище для хвиль:

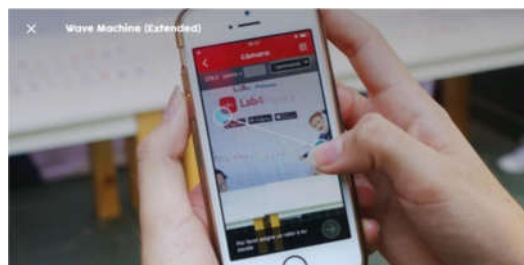
1. Наріжте іграшку на 100 рівних мас. За допомогою шкали переконайтеся, що маси мають однаковий розмір.
2. Позначте центр принаймні 50 шампурів і покладіть шматочки іграшки на кожен кінець.
3. Покладіть стрічку довжиною 4 м на стійку поверхню липкою стороною вгору. Покладіть шпажки на стрічку на відстані приблизно 5 см.
4. Відріжте ще одну стрічку довжиною 4 м. Покладіть стрічку на іншу стрічку. Переконайтеся, що шампури залишаються на місці.

## 2. Виберіть свої ролі



1. Оператор машини буде тримати один кінець машини, тримаючи стрічку натягнутою та горизонтальною. За сигналом Він повинен скрутити шампур і повернути його в горизонтальне положення.
2. Координатор тримає інший кінець машини і подає сигнал для запису. Через дві секунди Він подає сигнал оператору машини.
3. Вимірювач реєструє рух імпульсу за допомогою інструменту Lab4Physics Camera.

## 3. Перший однорідний носій



Після запису першого вимірювання інструмент Камера перетворює відео у серію фотографій (20 кадрів в секунду). Введіть параметри в інструмент. Відстежуйте пульс у кожному кадрі після піку, поки не закінчите відео. Зробіть



ескіз графіків, один для положення та інший для швидкості. Зверніть увагу на ваші спостереження щодо графіків та їх зв'язку з рухом. За допомогою графіка визначте групу точок, де швидкість у напрямку поширення хвилі є стабільною. Потім знайдіть деякі точки даних із цієї групи та використовуйте їх, щоб заповнити таблицю нижче. Обчисліть середню швидкість для цих точок і запишіть у пробіл нижче.

#### 4. Друге однорідне середовище



Для цього другого вимірювання ви трохи модифікуєте хвильову машину, змінивши розташування мас на шпакках. За допомогою свого вчителя вирішіть, наскільки далеко від стрічки ви знайдете кожен масу. Запишіть цю відстань. На своєму графіку визначте групу точок, де швидкість є стабільною. Потім знайдіть дані цієї групи та використовуйте їх для заповнення таблиці. Обчисліть середню швидкість для цих точок і запишіть її.

#### 5. Проаналізуйте побачене



Які відмінності ви спостерігаєте між графіками швидкості та часу для першого та другого вимірювань? Назвіть їх і поясніть, чому. Чи існує різниця між середньою швидкістю першого вимірювання та середньою швидкістю другого вимірювання? Якщо так, чому, на вашу думку, швидкість змінилася? Якщо ні, що, на вашу думку, вам потрібно було б змінити, щоб змінити швидкість імпульсу?

## 6. Застосування вивченого

Що станеться, якщо ми перемістимо маси ще ближче до центру машини (ближче до стрічки)? Запишіть свій прогноз. Тепер перемістіть свої маси ближче до центру і генеруйте імпульс в машині. Чи був ваш прогноз точним? Поясніть, що сталося. На основі цієї остаточної установки поясніть, як рухаються водні хвилі, наближаючись до пляжу. Чому ви думаєте, що хвилі розбиваються лише близько до пляжу, а не в глибокій воді?

### Вправа на метапізнання

Заповніть схему відповідно до наведених кроків:

- 1 запишіть ключове питання цього досвіду
- 2 явище, що вивчалось.
- 3 перелік понять, що стосуються досліджуваного явища.
- 4 запишіть процедури.
- 5 запишіть пояснення, яке ви дали спостережуваному явищу.
- 6 запишіть твердження, які ви можете зробити щодо інших явищ, пов'язаних із вивченим

## Дослідницька лабораторна робота № 14

**Задача:** Хвильова машина.



### Приклад з реального життя

Хвилі в морі можуть виникати з різних причин, найпоширенішою є вплив вітру на поверхню моря, ще однією причиною є поширення сейсмічних хвиль у масі води, оскільки вони є цунамі. Якщо у вас була можливість поїхати на узбережжя, і ви купалися в морі, ви зрозумієте, що купатися на березі не так як глибше, де ноги не можуть торкнутися морського дна.

### Запитання для роздумів.

Який вплив хвилі на ваше тіло, якщо ви перебуваєте на березі моря,

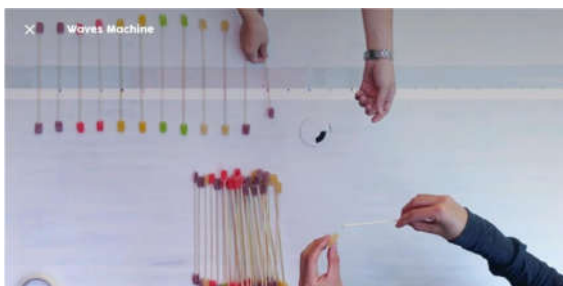
порівняно з тим, коли ви зайдете більше в море?

**Матеріали:** клейка стрічка з щільного паперу або прозорого, палички для шпажок, декілька рівних мас, мірною стрічкою, маркером, ножицями, телефон з додатком Lab4Physics.

**Час:** 40 - 60 хвилин

### Хід роботи

#### 1. Побудуйте свою хвильову машину.



Сформуйте групи з 3 або 4 осіб. Покладіть на кожен кінець тісто (клейке) на кожному кінці (принаймні, у вас повинно бути 50 шампурів, чим їх більше, тим краще), позначте центр шампура маркером. Відріжте паперову стрічку довжиною близько 4 метрів і покладіть її на стіл клеєм лицьовою стороною вгору. Наклейте шпajки на стрічку, як показано на малюнку, відокремлюючи їх один від одного на 5 [см].

Після того, як вони наклеїли всі шпajки, відріжте ще один шматок стрічки такого ж розміру, як перший, і наклейте його на шпajки, щоб не було можливості, щоб вони відірвались.

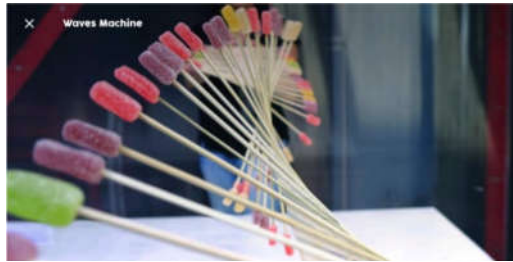
#### 2. Час експериментувати!



Два члени групи повинні тримати хвильову машину на її кінцях, щоб вона була максимально напруженою та горизонтальною. Третій член повинен вдарити першим шпajком з одного кінця. Поспостерігайте, як хвиля рухається по всій машині. Усі члени повинні відчувати пошох і спостерігати, як

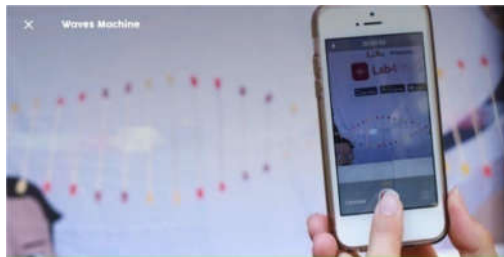
передається хвиля.

### 3. Що спостерігається?



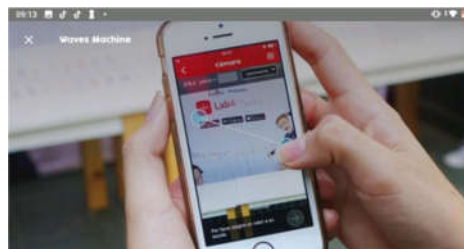
Через кілька секунд після того, як хвиля виникає (потрапляє в неї), що з нею відбувається. Опишіть, як проходить ваша подорож через хвильову машину. Що станеться, якби ми генерували хвилю на кожному кінці хвильової машини одночасно? Прогнозуйте та експериментуйте, щоб підтвердити свою гіпотезу.

### 4. Запишемо машинну хвилю.



Ми вивчимо, що трапиться, якщо витягнемо трохи головок з машини хвиль. Пропонується витягти половину головок від середини машини до одного з кінців. Використовуйте інструмент камери, щоб записати, що відбувається з хвилею, яка рухається з одного кінця в іншій машини. Вони повинні записати всю хвильову машину, пристрій все ще на відстані.

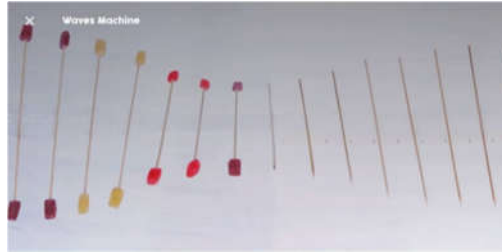
### 5. Обробка даних.



Спочатку: введіть вимірювання хвилі машини у верхній кадр і накладіть кола на машину. Друге: воно регулює початок координатних осей на початку хвилі. Третє: дотримуйтесь хвилі, рухаючись машиною. Для цього ви повинні

шукати точний момент, коли хвиля виникає з нижньою смугою, а потім накладає коло на гоміту, яка рухається і торкається екрана, це ви повинні повторити це неодноразово.

## 6. Аналіз.



Що відбувається зі швидкістю поширення хвилі при проходженні через шпалку, що має головку, до іншої, якої немає?

Яка різниця між шампуром, який має головку, і тим, у якого немає?

Хвилі ламаються, наближаючись до берега, оскільки глибина зменшується. Як наслідок, хвиля рухається повільніше, і гребінь збільшує свою висоту. Настає момент, коли гребінь дестабілізується і падає на землю, виробляючи той нудний і постійний шум, який нас розслабляє. Це тому, що хвиля, яка рухається по поверхні, робить це швидше, ніж та, яка рухається під водою.

## Дослідницька лабораторна робота № 15

**Задача:** Піратський корабель.



### Приклад із реального життя

Уявіть, що ви є власником парку розваг і плануєте побудувати новий піратський корабель на заміну старого, який зламався. Крім того, ви повинні переконатися, що цей новий атракціон швидко поверне вам гроші, витрачені на нього.

### Питання для роздумів

Як можна було б зібрати більше грошей за допомогою нового піратського корабля?

**Матеріали:** пряжа, мішок, що зак ривається, мірна стрічка та лабораторний звіт

## Хід роботи

### 1. Піратський корабель-модель



Покладіть пристрій у мішок. Складіть сумку над пристроєм, щоб вона не рухалася, а потім закріпіть складку шматком малярського скотчу, залишаючи екран видимим. Відріжте шматок нурка і зав'яжіть його навколо отвору мішка.

### 2. Вимірювання.



Відкрийте акселерометр у програмі Lab4Physics. Тримайте струну однією рукою, а іншою рукою нахиліть пристрій під кутом  $45^\circ$ . Натисніть кнопку GO, а потім відпустіть пристрій. Нехай пристрій розгойдується, а потім натисніть кнопку СТОП.

### 3. Перевірка даних.



Взяти телефон із сумки та спостерігати за графіком прискорення та часу, який виробляє акселерометр. Відфільтруйте дані осей X і Z, залишивши лише

дані осі Y (жовтий).

#### 4. Наступне вимірювання.



Повторіть крок 2, за винятком того, що зараз, ви повинні дозволити пристрою проходити кілька змін.

#### 5. Давайте інтерпретуємо графік



Як ми обчислюємо час, коли маятнику (або піратському кораблю) потрібно коливатися вперед-назад, використовуючи графік прискорення та часу?

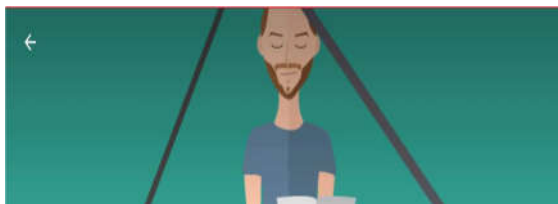
#### 6. Виклик.



Враховуючи те, що піратський корабель замінено, які альтернативні варіанти дизайну у вас можуть заробити більше грошей? Які варіанти можуть зробити більше місця для пасажирів? Що може зробити поїздку коротшою? Від яких факторів це буде залежати?

### Дослідницька лабораторна робота №16

**Задача:** Урок музики.



### Приклад із реального життя

Вчитель музики розпочав заняття з основної вправи на розминку вокалу. Граючи на фортепіано, учні співали в гармонії з музикою кожної ноти, поки хтось із учнів не зміг дістати наступну ноту.

Викладач сказав: «дайте мені вищу ноту»

### Запитання, над якими потрібно подумати.

Що означає, що одна нота вища за іншу?

**Матеріали:** вам знадобиться музичний інструмент (інструменти), який може видавати звуки різних музичних нот (наприклад, гітари, клавішні або флейти) та лабораторний звіт,

**Час:** 60 хвилин

### Хід роботи

#### 1. Експеримент з музичним інструментом.



Візьміть будь-який музичний інструмент і знайдіть його найвищі та найнижчі ноти. Між цими двома нотами, як ви думаєте, яка частота вища?

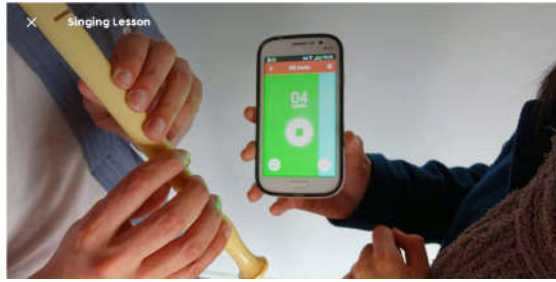
#### 2. Високо чи низько?



Тон звуку відповідає високій чи низькій чутності. Як ви думаєте, що відбувається з частотою звуку, коли ви збільшуєте його тон?

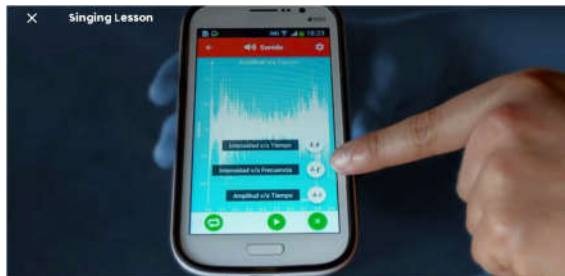


### 3. Запис у 3, 2,1



Відкрийте сонометр Lab4Physics і запишіть три звуки з різними тонами. Щоб записати звук, потрібно натиснути кнопку GO на сонометрі. Не забудьте зберегти результати.

### 4. Звук на папері.



Відкрийте графік інтенсивності та частоти для кожного записаного звуку та знайдіть найвищий пік. Зверніть увагу на точкове значення найвищої частоти. Результати підтверджують чи суперечать вашій відповіді на питання 2?

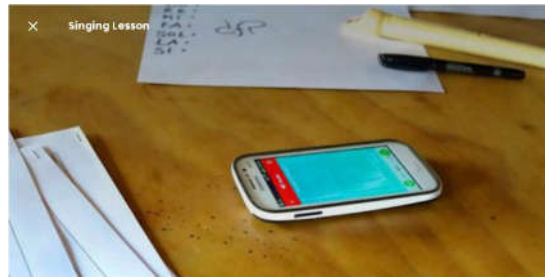
### 5. Ти знав?



Як ви вже зрозуміли, є характеристика звуку, яка стосується частоти. Ця характеристика називається тоном, або "висотою", і є властивістю, яка вказує, наскільки низьким або високим є звук. Тон пов'язаний з частотою звуку.

Високі звуки мають більш високі частоти, тоді як низькі звуки мають нижчі частоти.

### 6. Питання для аналізу.



Вчитель музики попросив двох учнів заспівати найвищу ноту, на яку вони були здатні одночасно. Один учень співав вище, ніж інший, хоча обидва намагалися співати якомога наповненіше.

Хто з них з більшою ймовірністю досягне вищої ноти?

Як ви можете передбачити їх частоти?

### Дослідницька лабораторна робота № 17

**Задача:** Локомотив.



#### Приклад із реального життя

Як і всі транспортні засоби, поїзд має особливий спосіб почати рух. Для подолання інерції і приведення в рух двигуна потрібна величезна сила сили. Це видовище бачити, як такий поїзд вирушає у дорогу: колеса починають обертатися, збільшуючи швидкість, коли поїзд залишає станцію та починає свій рейс. У різних моделях поїздів використовуються різні засоби рушія (парові та електричні) у різних країнах та пунктах призначення, але поїздки на поїздах зберігають романтичну атмосферу, яка впливає з перших днів залізниць.

#### Запитання для роздумів

Які характеристики поїзда є найважливішими для пояснення того, як він ініціює свій рух?

Тобто, які характеристики, які, якщо різко збільшаться чи зменшаться, також вплинуть на рух поїзда?

**Матеріал:** гофрокартон, 1 скріпка або шматок дроту, іграшка або шпаклівка. нитка або нитка довжиною 2 м, прозорий поліетиленовий пакет, скотч або малярський скотч, клейова паличка, вага, секундомір, звіт лабораторної діяльності

**Час:** 80 - 90 хв.

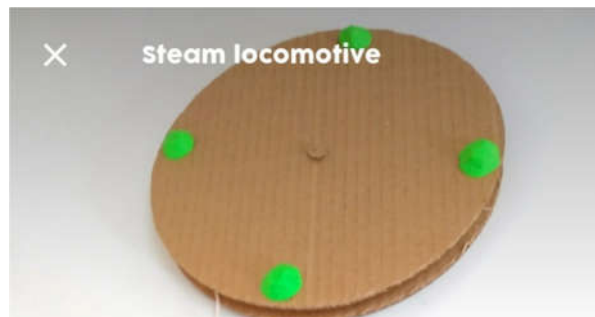
## Хід роботи

### 1. На станції



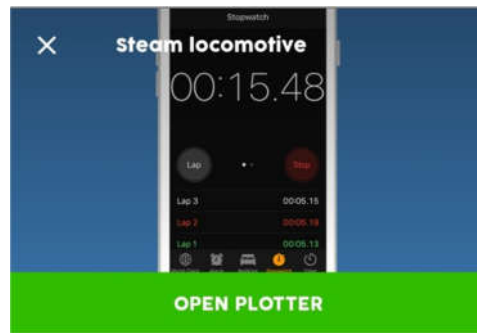
Як група, побудуйте обертове колесо, яке ви будете використовувати у своїх експериментах. Дотримуйтесь інструкцій у звіті про лабораторію. Не забудьте наклеїти шматки шпаклівки на край колеса.

### 2. Визначте свої ролі



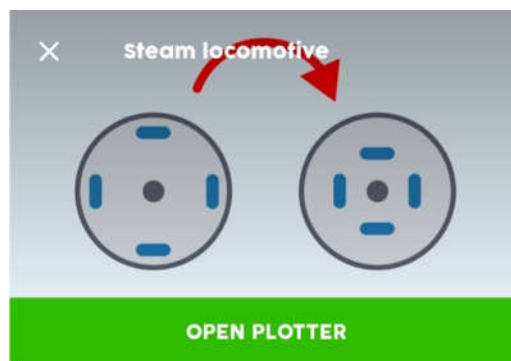
Визначте ролі - Інженер підготує установку перед вимірюванням і випустить мішок. - Координатор буде тримати вісь колеса вертикально і подаватиме сигнал, коли колесо завершить поворот. - Інспектор вимірюватиме час, необхідний колесу для завершення кожного обертю. Потім він або вона введе дані до Плоттера.

### 3. Поїзд залишає станцію



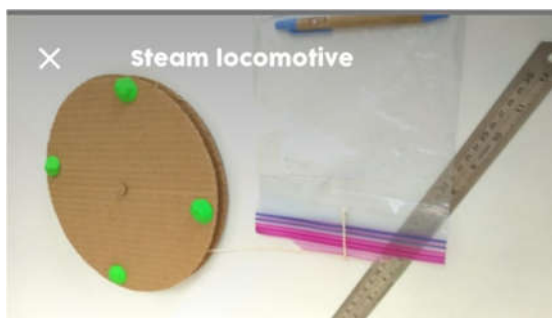
Інженер повинен намотати струну навколо колеса поліетиленовим пакетом на краю столу. Інспектор повинен встановити секундомір, поки координатор утримує вісь колеса нерухомо. Зробіть перший вимір часу. Відкрийте інструмент Плоттер, щоб створити графік "Революція" проти "Загальний час". Введіть назву вимірювання, яке ви щойно закінчили, а потім торкніться вкладки "одиниці виміру". У меню; виберіть "Без одиниць [-]." Для осі Y введіть назву; для одиниці знайдіть "Основи", а потім "Час". Потім виберіть «Секунди», а потім без префікса. Потім натисніть наступний і введіть дані. Повторіть для графіку "Революція" проти "Час революції".

#### 4. Прибуття вчасно



Команда повинна повторити вимірювання, при цьому кожен учасник виконує однакову роль. Єдина зміна - це положення фігурного тіста на колесі. Щоб змінити ситуацію, поставте кожен шматок іграшки ближче до центру колеса. Кожен шматок повинен знаходитися на однаковій відстані від центру. Знову скористайтеся інструментом «Плоттер», щоб допомогти з графіками.

#### 5. Планування зворотного шляху



Для трьох запитань ми будемо використовувати графіки Число оборотів проти Час обертання з кроків 3 та 4. 1. Переглядаючи графік на кроці 3, чи є однаковість його форми? це лінійно, квадратично, експоненційно, логарифмічно чи щось інше? 2. Дивлячись на графік на кроці 4, чи має він таку саму форму, як графік на кроці 3? 3. що означають ці графіки?

### **6. Застосування вивченого.**

Згідно з вашим розумінням обертального руху та руху загалом, чи буде це впливати на обертання колеса, якщо ми збільшимо масу колеса?

Використовуючи те, що ви дізналися в цьому експерименті, поясніть, чому паровим машинам так важко почати рухатися і досягати характерного для них руху.

### **Вправа на метапізнання**

Ця вправа допоможе вам поміркувати про те, чого ви особисто досягли під час цього експерименту. Дайте відповіді на ці запитання: чого я навчився? як я це дізнався? Що було нового для мене?

## **Лабораторна робота**

7 клас

**Тема.** Дослідження коливань нитяного маятника.

**Мета:** визначити амплітуду і період коливань нитяного маятника; переконатися на досліді, що період коливань маятника не залежить від амплітуди його коливань і маси тягарця, проте залежить від довжини нитки.

**Обладнання:** дві невеличкі важкі кульки відомих мас; дві міцні нерозтяжні нитки завдовжки 1,05–1,1 м; лінійка (мірна стрічка); штатив із муфтою та кільцем; смартфон з додатком **Lab4Physics** .

### Хід роботи

1. Ознайомтеся з інструкцією з безпеки під час проведення робіт у кабінеті фізики.
2. Ознайомтеся із теоретичними відомостями.

### Теоретичні відомості

**Період коливань** — це фізична величина, яка дорівнює часу, за який відбувається одне повне коливання.

Для визначення періоду коливань маятника  $T$  потрібно виміряти час  $t$ , за який відбувається  $N$  коливань, і поділити його на число коливань.

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

### Експеримент.

Установіть на краю стола штатив. Біля його верхнього кінця закріпіть за допомогою муфти кільце й підвісьте до нього одну з кульок на нитці так, щоб довжина одержаного маятника становила 1 м. Пересуваючи муфту вздовж штатива, установіть її на такій висоті, щоб кулька була на відстані 3–5 см від розташованої на підлозі лінійки

Досліджуємо залежність періоду коливань маятника від його амплітуди. Для цього один з учнів відкриває камеру на пристрої і стоїть перпендикулярно маятнику, щоб записати рух. Інший учень відхиляє маятник на відстань 2–3 см від положення рівноваги і відпускає за сигналом вчителя. За цим же сигналом перший учень натискає GO!. Учень 1 чекає 3 цикли і натискає СТОП.

Повторіть дослід, збільшивши амплітуду коливань до 5–6 см.

Результати вимірювань та обчислень занесіть до табл. 3.4.

Таблиця 3.4

№ д осліду	Кількість коливань	Час коливань	Період коливань	Амп літуда
1				
...				

Використовуйте таблицю, щоб побудувати графік. Знайдемо змінну залежності на осі  $x$  (залежна змінна) та період на осі  $y$  (незалежну або виміряну змінну). За результатами дослідження робимо висновок.

Чи існує взаємозв'язок між амплітудою, яку ви вивчали, і періодом маятника? Тобто, чи зміна амплітуди дослідження істотно змінює період?

### Висновки до розділу 3

Додаток Lab4Physics у навчальному процесі з фізики допомагає провести ряд лабораторних робіт та організувати дослідницьке навчання на уроках фізики.

Нами зроблений аналіз всіх лабораторних робіт та дослідницьких завдань, які пропонуються додатком та визначено перелік тих, які можна використовувати у шкільному курсі фізики.

Нами створено інструкції до лабораторних досліджень на основі кроків проведення дослідження у додатку, встановленому на телефоні чи планшеті, визначені фізичні поняття, які формуються при виконанні цих лабораторних робіт.

Інструкції до лабораторних робіт складено на основі принципів дослідницького навчання та наукової освіти. Подана схема здійснення дослідницької роботи.

Визначено перелік лабораторних робіт за програмою, які можна замінити подібними дослідженнями, або оновити, використовуючи подану методику.



## ВИСНОВКИ:

Сьогодні актуальним напрямом у методиці навчального фізичного експерименту є дослідження та реалізація цифрового фізичного експерименту у навчальному процесі, для активізації. Мотивації до навчання, проведення шкільних лабораторних робіт та реалізації напряму STEAM в освіті.

Цифровий фізичний експеримент – це навчальний експеримент, що реалізується через цифрові лабораторії, цифрові вимірювальні комплекси та смартфони і реалізує вимогу шкільної фізичної освіти – формування експериментальних вмінь та дослідницьких навичок.

Цифровий фізичний експеримент в навчальному процесі можна реалізувати, використовуючи сучасну технологію навчання –BYOD – (Bring Your Own Devices – «візьми свій власний пристрій»), яка вирішує проблему нестачі приладів та дороговартісних лабораторій.

Нами досліджено датчики, які наявні в смартфонах та можуть служити вимірювальними приладами та визначено коротко їх характеристики, призначення. До таких датчиків відносять датчики руху, датчики положення, датчики зовнішніх умов. Для виявлення наявних датчиків на смартфоні наявна програма. Для проведення лабораторних досліджень слід встановити відповідні додатки для роботи з цими датчиками.

В роботі детально досліджено англomовний додаток Lab4Physics. Лабораторні роботи в додатку побудовані за принципами наукового дослідницького навчання, включають основні елементи:

- Етап 1. Зацікавлення
- Етап 2. Пошукова діяльність
- Етап 3. Розвивати наукове мислення
- Етап 4. Розширити межі дослідження
- Етап 5. Прикладна спрямованість

Нами здійснена аналіз дослідницьких завдань Lab4Physics з метою створення власних та оновлення існуючих лабораторних робіт за шкільною

програмою. Виявлено, що основними компонентами таких завдань є: наявність компетентісно-зорієнтованого контексту; приклад із реального життя; інструкція для виконання; запитання для роздумів та рефлексії, метазапитання.

У роботі наявні зразки дослідницьких лабораторних робіт з детальною інструкцією для їх виконання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева В.М., Григораш В. В. Настільна книга педагога.// Х.: Основа, 2006, 352ст.
2. Використання інформаційних технологій на уроках фізики в основній школі. //Інтернет ресурси
3. Використання інформаційних технологій на уроках фізики в основній школі. //Інтернет ресурси
4. Використання інформаційних технологій на уроках фізики. //Бібліотека журналу Фізика в школах України. – Основа, 2007, 200ст.
5. Войтків Г.В. Навчальний фізичний експеримент як основне джерело активізації пізнавальної діяльності учнів з фізики / Г.В. Войтків // Наукові записки. Серія : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2009. – Вип. 82. – С. 303-307.
6. Войтків Г.В. Переваги використання ІКТ у професійній діяльності вчителя фізики / Г.В. Войтків // Інформаційні технології в професійній діяльності : Всеукр. наук.-практ. конф., 23 бер. 2011 р. – Рівне, 2011. – С. 4-5.
7. Войтків Г.В. Формування пізнавальної активності учнів з початковим рівнем навчальних досягнень учнів з фізики / Галина Володимирівна Войтків; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., – С. 251.
8. Волкова С.А. Недостатки и преимущества применения цифровой лаборатории «AFS» в обучении химии в средней школе / С.А. Волкова, С.О. Пустовит // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 4 – С. 70-73
9. Державний стандарт базової і повної загальної освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 23. 11. 2011 р. № 1392// [Електронний ресурс]/ Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: [http://ru.osvita.ua/legislation/Ser\\_osv/28030/](http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/28030/)
10. Заболотний В.Ф. Навчальний фізичний експеримент з

використанням цифрової лабораторії Nova 5000 [Електронний ресурс] / В.Ф. Заболотний, А.В. Лаврова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 82-85. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkr\\_ped\\_2013\\_19\\_31.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpkr_ped_2013_19_31.pdf)

11. Карпова Л.Б. Використання персонального комп'ютера на уроках фізики. //Фізика в школах України. – Основа, 2008, №17, 32ст.

12. Квадріціус С. Я. Використання принципу BYOD під час вивчення фізики./ Методичні рекомендації. Квадріціус Сергій Якович, учитель фізики та інформатики ... //Фізика в школах України. – Основа, 2010, №11-12, 88ст.

13. Концепція НУШ. Нова Українська школа. Концептуальні засади реформування української школи. //Міністерство освіти і науки від 27.10.2016 / [Електронний ресурс]. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.

14. Лагунов І.М., Сиротюк В.Д. Проблеми впровадження комп'ютеризованих педагогічних технологій у навчальний процес // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції „Особливості підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін в умовах переходу школи на профільне навчання” / Укл. Шарко В.Д. – Херсон: „Олді-Плюс”, 2004. – 118 с. – С. 22-23

15. Мельник Л.С. Формування ключових компетентностей методами інтерактивного навчання. //Фізика в школах України. – Основа, 2008, №5, 32ст.

16. Навчальна програма з фізики для 7-9-х класів для загальноосвітніх навчальних закладів затверджена наказом МОН від 07.06.2017 № 804 // [Електронний ресурс]. URL: <https://ru.osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>

17. Новий Державний стандарт базової середньої освіти. / Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020 року// [Електронний ресурс]. URL: <https://lexinform.com.ua/v-ukraini/novyj-derzhavnyj-standart-bazovoyi-serednoyi-osvity>

18. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті / А. Петриця // Молодь і ринок. – 2014. – № 6. – С. 44-48.
19. Петрова М.А. Применение цифровых лабораторий в учебном физическом эксперименте в общеобразовательной школе : дис. канд. пед. наук : 13.00.02 / М.А. Петрова. – М., 2008. – 260 с
20. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти. 23 листопада 2011 р. № 1392. [Електронний ресурс]: Головна сторінка сайту «Законодавство України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF/page>
21. Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні, Указ Президента України: від 30 вересня 2010 р., № 926/2010 // [Електронний ресурс]. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926/2010>
22. Проект. Концепції Stem-освіти в Україні [Електронний ресурс] / URL: [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf).
23. Проект. Фізика 7-9 класи. Навчальна програма: [Електронний ресурс]: Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України. URL: <http://www.mon.gov.ua>.
24. Савченко В.Ф. Активізація самостійної роботи студентів при підготовці до лабораторних занять з методики і техніки шкільного фізичного експерименту // Розв'язування задач і лабораторні роботи в загальній системі навчання фізиці в школі і вузі : тези доп. на респ. семінарі з актуальних питань методики викладання фізики в школі і вузі (27–29 червня 1991 р.). – Мелітополь, 1991. – С. 17–18.
25. Сиротюк В.Д. Теоретико - методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції: Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Володимир Дмитрович Сиротюк; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. – К., 2005. – 376 с.
26. Терещук С.І. Використання давачів мобільних пристроїв для проведення фізичного експерименту / С. Терещук, В. Колмакова // Відкрите

освітнє е-середовище сучасного університету. - 2019. - Вип. спецвип.. - С. 345-354. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu\\_2019\\_spetsvip](http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu_2019_spetsvip).

27. Світовий економічний форум//[Електронний ресурс]. – URL: <https://bintel.org.ua/vsesvitnij-ekonomichnij-forum-u-davosi/>

28. Wynne H. Principles and big ideas of science education [Електронний ресурс] / Harlen Wynne // Association for Science Education. – 2010. – URL: [www.interacademies.org/File.aspx?id=25103](http://www.interacademies.org/File.aspx?id=25103).

29. Сайт LAB4U .Режим доступу: <https://lab4u.co/en/lab-in-your-pocket/lab4physics/>