

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: «ФОРМУВАННЯ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ З
ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ STEAM – ТЕХНОЛОГІЙ»

Виконала: студентка II курсу,

групи Ф(со)м-21

Спеціальності 014 Середня освіта
(014.08 Фізика)

Томинець Т. В.

Керівник доц., к.п.н. Войтків Г. В.

Рецензент

д.ф.м.н, проф. Горічок І.В.

Івано-Франківськ – 2023 р.

Томинець Т.В. . Формування предметної компетентності учнів з фізики засобами STEAM – технологій. Магістерська робота із напрямку підготовки 01 Освіта. Педагогіка, 014.08 Середня освіта (Фізика) – Прикарп. нац. ун-т. ім. В. Стефаника. – Івано-Франківськ, 2023. – с.

Дипломна робота є рукопис, який містить (с., Рис. , Табл., Літ.)

Ключові слова:

Horishna S. R. (P., Fig., Table., Lit.).

Key words: .

ЗМІСТ

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП..... | 4 |
| РОЗДІЛ I. STEM ЯК АКТУАЛЬНИЙ КУРС РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ..... | 6 |
| 1.1 Основи теорії STEM-підходу до навчання..... | 6 |
| 1.2 Методи впровадження STEM-підходу в навчальному процесі..... | 11 |
| 1.3 Аналіз існуючих предметних компетентностей з фізики та формування їх засобами STEM- технологій..... | 19 |
| РОЗДІЛ II. ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STEAM У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС..... | 21 |
| 2.1. Лабораторні роботи, як засіб предствалення STEM-підходу у навчальному процесі з фізики..... | 21 |
| 2.2. Використання віртуальної лабораторії Labster для формування предметної компетентності..... | 24 |
| 2.3 Розробка уроку з застосуванням STEM-технологій (Лабораторної роботи)..... | 48 |
| РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ..... | 53 |
| ВИСНОВОК..... | 58 |
| ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА..... | 59 |

ВСТУП

Розвиток природничо-математичної освіти у 21 столітті полягає у високо значимості STEAM-освіти. У світі сучасних технологій ключовим елементом стає інтердисциплінарний підхід, який наочно виникає в принципах STEAM. Впровадження цієї освітньої концепції в процес вивчення фізики може мати різноманітні форми, включаючи лабораторні роботи з використанням цифрових вимірювальних комплексів та впровадження інтегрованого підходу до навчання та діяльності. З огляду на актуальність цієї теми можна відзначити інтенсивне вивчення цього напрямку як у наукових джерелах, так і в методичній літературі, розглядаються різноманітні практичні випадки впровадження STEAM-освіти викладачами фізики.

Мета – дослідити методику формування предметної компетентності з фізики засобами STEAM-технологій.

Об'єкт дослідження є навчальний процес фізики в закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – застосування технології STEAM для формування предметної компетентності з фізики.

Завдання дослідження включають в себе:

- ✓ проведення аналізу науково-методичної літератури з метою вивчення сутності STEAM підходу в навчанні та особливостей його впровадження на уроках фізики;
- ✓ визначення описаних у літературі методів і засобів формування компетентностей на уроках фізики та їх класифікація;
- ✓ розробка інструкцій до лабораторних робіт з використанням STEAM на уроках фізики;
- ✓ дослідження ролі лабораторної роботи у шкільному процесі;
- ✓ опис конспекту уроку, розробленого за допомогою інструкцій по лабораторних зі застосуванням STEAM на прикладі одного з них.

Методи дослідження включали теоретичні підходи, такі як аналіз літературних джерел, віртуальної симуляції Labster, а також практичні методи, які передбачали розробку для вивчення їх ефективності в навчальному процесі.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому:

- ✓ розроблені авторські інструкції до лабораторних робіт по віртуальній симуляції Labster;
- ✓ розроблено приклад конспекта уроку за допомогою розробленої інструкції для кращого розуміння предмета;
- ✓ описано лабораторні роботи, як засіб предствалення STEM-підходу у навчальному процесі з фізики

РОЗДІЛ I. STEM ЯК АКТУАЛЬНИЙ КУРС РОЗВИТКУ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

1.1 Основи теорії STEM-підходу до навчання

STEM-освіта – напрям, стрижнем якого є розвиток наукового мислення. В основі STEM лежить теорія навчання, яка фокусується на розвитку мислення учнів і сприяє загальному розвитку компетенцій STEM [1]

Ґрунтуючись на останніх досягненнях у дослідженні навчання, глибокому аналізі шляхів розвитку основних компетенцій і систематичних дослідженнях впливу способів навчання на розвиток учнів, багато науковців розглядають покращення якості навчання через діяльнісне мислення. Теорія навчання STEM включає **п'ять основних принципів: надихаюча мотивація, когнітивний конфлікт, самоконструювання, самоконтроль і консолідаційний трансфер** [12].

Основні принципи навчання STEM на основі ТНЗМ

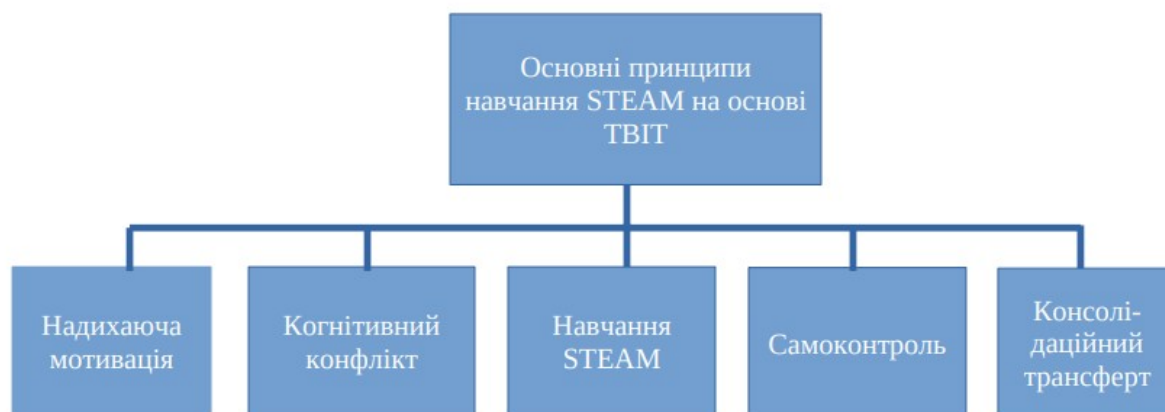


Рис.1.1 Схема основних принципів навчання STEAM

По-перше, **надихаюча мотивація**. Ключовою проблемою, з якою стикається освіта STEM, є низький рівень утримання учнів у сфері STEM. Мотивація учнів, особливо внутрішня мотивація, така як цікавість і інтерес, є основним рушієм ініціативи та наполегливості учнів у навчанні STEM. Таким чином, мотивація є не лише рушійною силою навчання STEM, але й ключовою

метою освіти STEM. ТНЗМ також наголошує на тому, що вчителі повинні приділяти увагу стимулюванню внутрішньої навчальної мотивації учнів, мобілізації ентузіазму учнів до навчання та розвитку в них сильного прагнення до знань, щоб учні підтримували позитивні емоції та ставлення до навчання STEM.

По-друге, **когнітивний конфлікт**. Однією з особливостей викладання STEM є можливість учням активно навчатися. ТНЗМ припустив, що породження когнітивного конфлікту є рушійною силою для активного мислення та активного навчання учнів, а також ключовим двигуном змін у їхніх когнітивних структурах і сприйнятті. Когнітивний конфлікт відноситься до психологічного протиріччя або конфлікту, який виникає, коли початкова когнітивна структура учнів у процесі навчання не узгоджується з реальною ситуацією. Піаже та Дьюї зазначили, що породження когнітивного конфлікту є необхідною умовою для того, щоб учні активно брали участь у мисленні. Оскільки породження конфліктів кидає виклик оригінальним науковим концепціям учнів, це створює дисбаланс у пізнанні учнів і додатково спонукає учнів налаштувати своє мислення, щоб адаптуватися до нової інформації. Таким чином, стимулювання когнітивного конфлікту учнів через створення ситуації та відповідне керівництво питаннями є ключовим принципом навчання STEM [10].

По-третє, **навчання STEM** – це процес самоконструювання учнями під керівництвом вчителів, що відповідає конструктивістській теорії. Ґрунтуючись на аналізі конструктивістської теорії та результатах дослідження науки про мозок, теорія навчання STEM говорить, що учні повинні вміти пояснювати явища та вирішувати проблеми шляхом самодослідження та спільного спілкування на основі наявних знань, досвіду та когнітивного рівня, так як реалізувати осмислене конструювання знань [12]. Характерними перевагами самоконструювання є:

- 1) учням зручно зв'язувати вихідні знання та досвід з новою інформацією, встановлюючи далі зв'язок між знаннями, засвоєними на різних етапах;

2) автономна діяльність може стимулювати активне мислення учнів на високому рівні та розвивати в учнів активне, автономне самоуправління та регуляцію навчальної діяльності;

3) співпраця з іншими може не лише стимулювати мислення та навчальну мотивацію учнів, а й розвивати в них здатність до співпраці, що також є однією з ключових цілей STEM-освіти.

По-четверте, **самоконтроль**. Самоконтроль дозволяє людям систематично спрямовувати своє пізнання та поведінку на досягнення цілей навчання, впливаючи на мотивацію, поведінку та вольовий контроль у процесі навчання. Теорія STEM навчання заснована на принципі самоконтролю, який стосується активного планування, перевірки, рефлексії оцінки, зворотного зв'язку, контролю та регулювання з боку вчителів і учнів безперервно протягом процесу навчання для досягнення цілей навчання. Що це є складним навчальним процесом, оскільки STEM вимагає від вчителів і учнів розробки та реалізації навчальних планів на основі навчальних цілей, своєчасної оцінки та обдумування навчального процесу та результатів, а також постійного коригування когнітивних стратегій для досягнення навчальних цілей на основі зворотного зв'язку. Результати. Тому самоконтроль є одним із ключових принципів навчання STEM. [3]

По-п'яте, **консолідаційний трансферт**. Важлива роль передачі в навчанні підкреслюється в конструктивістській теорії, теорії схем і теорії обробки інформації. Наприклад, конструктивістська теорія підкреслює, що будь-яке навчання передбачає перенесення попереднього досвіду в новий контекст. Крім того, розвиток ключових компетенцій також вимагає від учнів застосування отриманих знань у реальних ситуаціях [3]

Освіта STEM спрямована на розвиток ключових компетенцій, необхідних учням для адаптації та внеску в майбутнє життя суспільства. З цією метою освіта STEM завжди наголошувала на передачі основних ідей, принципів і навичок для вирішення реальних проблем. Таким чином, передача також є фундаментальним принципом навчання STEM. Консолідаційний трансфер у викладанні STEM має включати два аспекти:

- з одного боку, це означає, що учні вивчають STEM шляхом інтеграції та передачі раніше отриманих знань, методів і ставлень для вирішення складних проблем і вивчення важливих принципів на більш глибокому рівні, щоб вони мали глибше розуміння різних дисциплін або областей знань, далі побудова нових міждисциплінарних когнітивних структур і вдосконалення практичних навичок у процесі;
- з іншого боку, очікується, що учні перенесуть і застосують міждисциплінарні концепції та методи, розроблені в навчанні STEM, до інших нових ситуацій реального світу.

Шість елементів навчання STEM

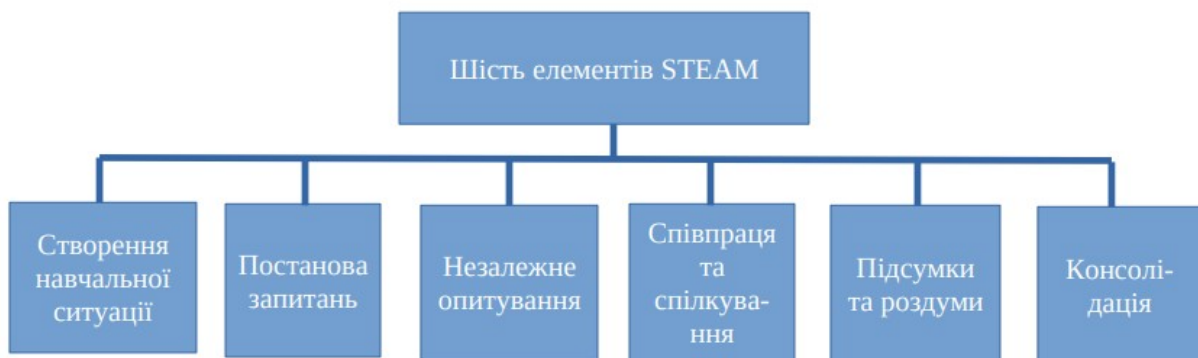


Рис.1.2 Схема шість елементів навчання STEM

На основі п'яти основних принципів, наведених вище, ми також запропонували шість основних елементів, які мають бути включені в навчання STEM: **створення навчальної ситуації, постановка запитань, незалежне опитування, співпраця та спілкування, підсумки та роздуми та консолідація** [12].

Ситуація є підказкою для учнів, щоб встановити зв'язки між старими та новими знаннями, і необхідна для породження когнітивного конфлікту, сприйняття та конструювання сенсу навчання та мотивації учнів до навчання. Крім того, освіта STEM зосереджена на міждисциплінарному навчанні, тоді як навчальні ситуації можуть створити контекст для зв'язку змісту різних предметів. Тому вчителі повинні створювати розумні ситуації у навчанні STEM.

Ставлення запитань включає можливість учням самостійно ставити запитання на основі когнітивних конфліктів, а вчителі скеровують учнів у глибокому навчанні, стимулюють позитивне мислення учнів і підтримують навчальну мотивацію учнів через розробку ланцюжка проблем у навчальному процесі. Дизайн проблеми має бути продуманим і складним, відкритим і дослідницьким, точним і відповідним, ієрархічним і організованим.

Учні перевіряють гіпотези та роблять висновки шляхом незалежного опитування та процесу спільного навчання. Ці два процеси не відрізняються суттєво у викладанні STEM і можуть виконуватися одночасно або спільно після завершення незалежного дослідження. У цьому процесі вчителі повинні допомогти учням завершити взаємодію мислення, емоційну взаємодію та поведінкову взаємодію через структурований дизайн і розвинути здатність формулювати гіпотези, збирати та оцінювати дані, координувати докази та теорію, спілкуватися та вести переговори тощо. Крім того, зміст курсу має відповідати соціальному середовищу, допомагаючи учням встановити зв'язок між завданнями, ситуаціями та культурою, і відповідно, культивувати розвиток у учнів, ставлення та почуття відповідальності.

Підбиття підсумків і рефлексія — це процес самоконтролю, який зосереджується на тому, щоб учні могли оцінити, узагальнити й оптимізувати процес навчання, а його результатом є самоаналіз. Це допомагає учням розвинути глибоке та загальне розуміння знань, методів, навичок і ставлень, удосконалюючи когнітивні стратегії та систематично створюючи міждисциплінарні мережі, таким чином полегшуючи подальшу передачу програм. Враховуючи складність навчання STEM, вчителі повинні давати учням достатньо часу на процес рефлексії підсумків і надавати відповідні настанови, такі як підказки щодо проблем або інтелектуальні карти [7].

Консолідаційний переклад — це, по суті, використання розумної когнітивної структури, сформованої в свідомості, для розуміння нових знань або вирішення нових проблем [12]. Завдяки освіті STEM учні можуть гнучко застосовувати знання, які вони створили, компетенції, ставлення та обов'язки, які вони виробили, щоб розв'язувати низку актуальних проблем, які виникатимуть. Ці здібності та обізнаність можна ефективно розвинути шляхом

консолідації застосування передачі. Як теорія структурної відповідності, так і ситуаційна теорія підкреслюють, що, коли ситуація навчання така ж або схожа на ситуацію передачі, передача, швидше за все, відбудеться. Таким чином, основна увага в навчанні STEM має бути зосереджена на тому, щоб дати можливість учням будувати знання в автентичному контексті та переносити отримані знання, навички та ставлення до нових і схожих автентичних контекстів.

1.2 Методи впровадження STEM-підходу в навчальному процесі

Викладання предметів STEM у найефективніший спосіб може вимагати нетрадиційних підходів до навчання.

Індустрія STEM постійно зростає та змінюється, тому вчителі предметів STEM повинні застосовувати креативний та гнучкий підхід до своїх стилів викладання, щоб отримати від своїх учнів максимальну користь. Ідеальне навчальне середовище STEM полягає в тому, щоб ставити запитання та заохочувати незалежне мислення. У STEM невдачі вчать учнів вирішувати проблеми та є важливою частиною зростання.

Що таке предмети STEM?

Якщо ви раніше не чули про STEM, це означає «Наука», «Технологія», «Інженерія» та «Математика» та стосується всього, що існує в цих сферах. Нижче ми детально розповіли, із чого зазвичай складаються ці предмети, хоча варто зазначити, що між ними існує величезне збігання:

Наука. Це включає такі очевидні кандидати, як біологія, хімія та фізика, але також включає такі предмети, як психологія, геологія та астрономія .

Технології. Мабуть, найбільша та найширша з цих предметних областей, технологія включає такі теми, як інформатика ,розробка програмного забезпечення та програмування.

Інженерія. Це не вичерпний список, але чотири основні галузі інженерії: хімічна, цивільна, механічна та електротехнічна.

Математика. Ви, напевно, пам'ятаєте, яку школі вивчали геометрію,

дроби, алгебру та статистику, а математика також включає предмети, пов'язані з економікою [13].

Оскільки ці галузі постійно розвиваються, завжди існує високий попит на кваліфікованих випускників, і часто ці вимоги не задовольняються. Спочатку предмети STEM були згруповані разом на початку 2000-х років, оскільки уряди та університети по всьому світу створювали програми та ініціативи STEM, щоб залучити учнів до цих предметів. Однак останніми роками STEM почав приймати новий напрямок і це не просто спосіб групування таких предметів, як природничі науки та математика.

З STEM з'явилися нові підходи до викладання та навчання, а предмети стали більш інтегрованими. На відміну від традиційних уроків з природничих наук, математики та інформаційних технологій, фокус змістився з навчання та вигадування змісту. Більший акцент було зроблено на застосуванні наукових навичок, таких як в навчанні навичок виробництва технологій та дизайнерському мисленні. Найважливіше те, що освіта STEM – це подолання розриву між класною кімнатою та реальним життям.

Методи навчання STEM

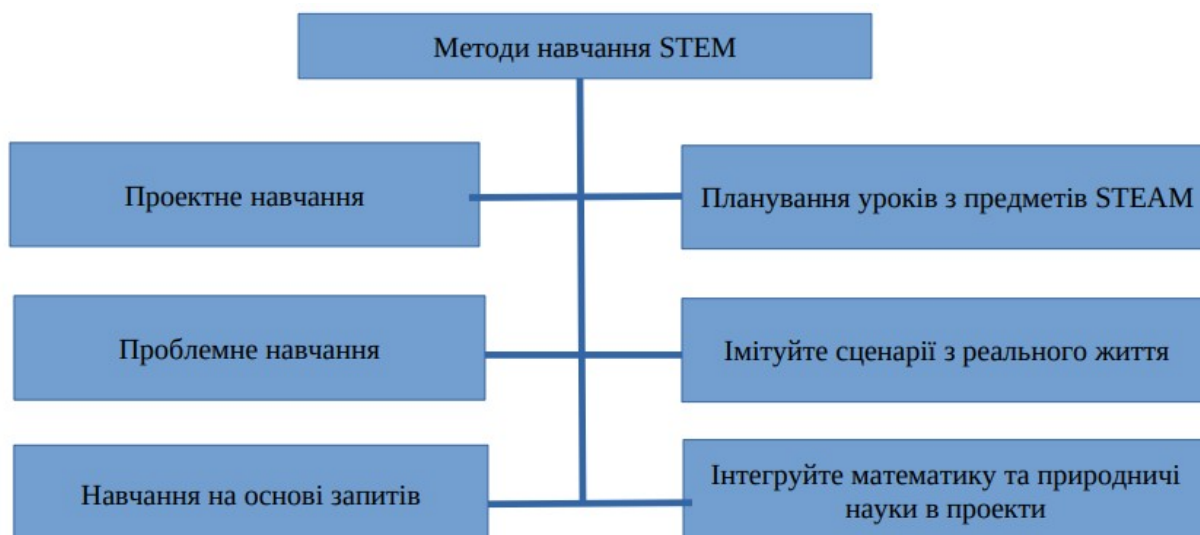


Рис.1.3 Схеми методів навчання STEM

Усі ці методи є корисними, тому, можливо, варто змішувати уроки та використовувати різноманітні прийоми, щоб зацікавити учнів.

Проектне навчання

Цей метод заохочує учнів освоювати навички та застосовувати свої знання, беручи участь у проекті. Вони працюють протягом тривалого періоду, щоб дослідити та знайти рішення проблеми чи запиту. Ваша роль як викладача полягає в тому, щоб бути мотиватором і заохочувати учнів повністю контролювати свої проекти від початку до кінця. [3]

Проблемне навчання

Існує подібність між цим методом і проектним навчанням, але ключовою відмінністю тут є те, що учні повинні проаналізувати й оцінити проблему, яка перед ними поставлена. Для цього потрібен високий рівень мислення, оскільки зазвичай немає однозначної відповіді на проблему. Такий підхід заохочує творчість, командну роботу та лідерство.[3]

Навчання на основі запитів

Основна мета навчання, заснованого на дослідженні, полягає в тому, щоб підкреслити роль студента в процесі навчання, тому їх заохочують задавати стільки запитань, скільки їм заманеться щодо предмета. Навички, які розвиваються завдяки цьому типу навчання, включають критичне мислення, запитання та вирішення проблем. Оскільки це під керівництвом учнів, учням потрібно буде вирішити, які запити вони хочуть робити. Роль учителя полягає в тому, щоб викликати цікавість і спонукати до роздумів.[3]

Планування уроків з предметів STEM

Спочатку перспектива планування уроку STEM, який охоплює стільки областей, може здатися лякаючою, але насправді це може бути справді цікавим процесом розробки навчального плану. Це пояснюється тим, що викладання STEM є не лише більш захоплюючим навчальним досвідом для учнів, воно може бути цікавішим і для вас. Йдеться менше про вивчення змісту для навчання, а більше про створення середовища, яке заохочує творчість.

Є кілька речей, про які слід пам'ятати, плануючи свої уроки, щоб гарантувати, що ваші учні матимуть найкращий досвід навчання. [3]

Будьте практичними. Найкращі уроки STEM включають практичні дії, де учні можуть використовувати свої руки, незалежно від того, чи вони розробляють концепцію, чи створюють і будують щось самостійно. Таким чином, у учнів набагато менше шансів нудьгувати або відволікатися, а також для них буде винагородою мати кінцевий продукт для оцінювання. [3]

Імітуйте сценарії з реального життя. Це ще одна причина, чому практичне навчання є таким важливим. Однією з найважливіших речей у STEM є те, що вона допомагає учням набути навичок, які будуть негайно корисні у зовнішньому світі. Велика частина традиційної школи навчає непрактичним навичкам, і ваша мета — підготувати своїх учнів до реального життя. [3]

Інтегруйте математику та природничі науки в проекти. Математика та природничі науки, які вивчають ваші учні, мають відповідати їхнім поточним проектам, стосуватися реальних ситуацій і, зрештою, служити певній меті. Наприклад, можливо, математичні рівняння гарантуватимуть, що їхній дизайн працює належним чином, або знання фізики допоможуть їм зрозуміти, як щось створити [3].

Використання процесу інженерного проектування

Одним із методів планування уроків є використання процесу інженерного проектування. Це низка кроків, які учні можуть зробити, щоб розробити рішення проблем у рамках проекту. Ця проектно-орієнтована стратегія навчання має заохочувати відкритий дизайн, творчий підхід і практичні рішення [9]. Кроки такі:

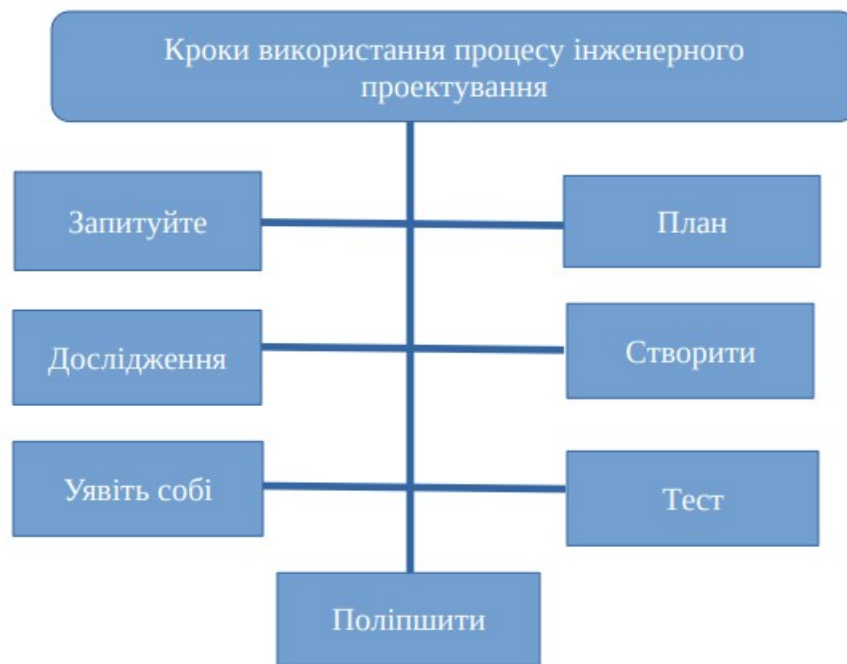


Рис.1.4 Схема кроків використання інженерного проектування

Запитуйте

Почніть із запитань учням про їхній проект або те, що вони хочуть створити. Для чого це? Як вони це оформлять? Використовуйте початок уроку як можливість зацікавити своїх учнів і запустити їх розум.

Дослідження

Це час для учнів, щоб дослідити тему, чи це передбачає розмову з вами, роботу з STEM-волонтером, використання ноутбука для дослідження чи перегляд відповідних відео. Дослідження можуть допомогти учням дізнатися, які подібні продукти чи рішення вже існують, і дати їм зрозуміти, як вони можуть стати кращими.

Уявіть собі

Тепер у ваших учнів у командах є можливість обдумати якомога більше ідей. Це має бути процес співпраці, де голос кожного буде почутий; ваша робота як учителя полягає в тому, щоб забезпечити це. Ви повинні створити зону без суджень, де учні повинні демонструвати ефективні навички слухання та залишатися зосередженими. Мозковий штурм вголос – чудова тактика, але

інтелектуальні карти також можуть бути хорошим способом запам'ятати ідеї.

План

Настав час вашим учнівським командам вибрати рішення та спланувати, як його втілити в життя. Для цього їм доведеться розглянути свої початкові запитання, дослідження, які вони провели, і різні ідеї кожного в процесі мозкового штурму. Планування може бути найскладнішою частиною, тому переконайтеся, що ви допомагаєте своїм учням, переконавшись, що думки кожного враховані, і вони викладуть свої ідеї в цифровому вигляді чи на папері.

Створити

У цій частині уроку учні мають можливість створити прототип, використовуючи щойно створені плани. Це час для них бути творчими, використовувати свої руки та бути практичними. Тут учні дізнаються, чи відповідають їхні рішення початковим вимогам і функціональні. Ви не хочете бути тут переважною присутністю; просто слідкуйте за речами та заохочуйте учнів.

Тест

Потім учням потрібно буде придумати спосіб перевірити ефективність їхніх творінь. Чи відповідають вони завданням чи вирішують проблему? Вони повинні мати можливість випробувати свої творіння та записати результати. Ви можете запитати їх, який би відгук вони самі дали, а потім запропонувати їм поради або поставити запитання, які змусять їх задуматися. Рецензування також є чудовим способом заохотити до глибоких роздумів і співпраці.

Поліпшити

Ця заключна частина уроку складається з обговорення того, як учні можуть покращити свої ідеї. Потім учні матимуть можливість перепроєктувати свій продукт, внести зміни та створити наступний прототип. Цей цикл може тривати скільки завгодно, або доки вони не будуть задоволені кінцевим результатом. Ви вирішуєте, чи триватиме кожен проект один урок чи кілька тижнів.

Чому діяльність STEM є важливою?

Деякі люди можуть запитати, чому діяльність STEM така важлива? Хіба традиційні уроки не були успішною моделлю навчання протягом сотень років? По правді кажучи, традиційні уроки працюють для одних людей, але не для інших. Багато дітей набагато краще реагують на практичні вправи, ніж на письмові вправи, що має загальний сенс, якщо взяти до уваги кількість енергії, яку виділяють діти! Це дійсно може допомогти керувати їхньою поведінкою в класі, але якщо ви хочете отримати більше порад щодо цього, перегляньте наш курс «Керування поведінкою» .

Якщо STEM ефективно викладати учням, сформууються деякі з навичок, які учні можуть розвинути:

- Критичне мислення
- Самостійне навчання
- Чудове спілкування та співпраця
- Цифрова грамотність
- Вирішення проблем
- Творчість
- Саморефлексія

Заняття STEM чудові, тому що ви можете налаштувати їх відповідно до різних вікових діапазонів, здібностей, розміру групи та інтересів. Їх адаптивність є частиною того, що робить їх такими чудовими для використання в середовищі викладання та навчання. Існує також багато можливостей із заняттями STEM, і їх практичний характер означає, що багато з них можуть здаватися дитячими іграми. Це означає, що учні будуть більше залучені до навчання і не сприйматимуть його як нудну чи рутину.

Формуюче оцінювання у викладанні та навчанні STEM

Формувальні оцінювання є набагато кращим способом перевірити прогрес ваших учнів, оскільки вони забезпечують постійний зворотний зв'язок, який покликаний покращити ваше викладання та їх навчання протягом року.

Точніше, формувальне оцінювання допомагає учням визначити свої

сильні та слабкі сторони, дозволяючи їм легко визначити сфери, які потребують вдосконалення. Вони також допомагають викладачам шкіл розпізнавати загальні місця, де учні відчують труднощі, щоб вони могли швидко вирішити будь-які проблеми.

Таке оцінювання ідеально підходить для навчання STEM, оскільки воно ближче до сценаріїв реального світу, заохочує до активної участі в уроках і не залежить від пам'яті. Не всі учні добре запам'ятовують велику кількість інформації, і це не означає, що вони нерозумні чи нездатні.

Підсумкове оцінювання, таке як іспити, може відштовхнути деяких учнів від навчання, якщо вони знають, що не дуже добре з ними справляються. Особливо це стосується природничих наук і математики, де письмові тести можуть бути дуже складними. STEM не має стосуватися того, чи сильний ти письменник чи запам'ятовуєш, це більше стосується практичної творчості та вирішення проблем.

Приклади формувального оцінювання включають прохання учнів:

- Створіть дослідницьку пропозицію
- Напишіть або намалюйте короткий підсумок того, що вони дізналися на уроці
- Намалюйте концептуальну карту, щоб показати, що вони розуміють тему
- Створіть прототип проекту

Як ви залучаєте учнів до STEM?

Ми вже знаємо, що існує дефіцит кваліфікованих випускників із предметів STEM і відсутність різноманітності в цій галузі. Отже, як нам вирішити ці проблеми та зацікавити учнів продовжувати кар'єру в STEM? Все починається в класі, і саме там ви вступаєте.

Створення інклюзивного середовища

Нижче ми створили список пропозицій щодо створення інклюзивного та різноманітного навчального середовища для ваших учнів у класі:

- Пропагуйте цілий ряд STEM-моделей і героїв, включно з різними

статтями та етнічними приналежностями. Організуйте виступи цих людей або покажіть своїм учням надихаючі відео.

- Спробуйте створити освітні програми чи клуби для мало представлених груп у STEM, наприклад, STEM-клуб для дівчат або інженерний клуб.

- Зв'яжіть учнів із наставниками STEM. Це можуть бути старші учні, які можуть підбадьорити їх або допомогти в проектах, або STEM-волонтери поза школою, які мають кар'єру в галузі STEM.

Ще один спосіб залучити учнів – просто зробити уроки цікавими! І пам'ятайте, якщо вам сподобався урок, їм, ймовірно, теж. Ось кілька речей, які ви можете зробити, щоб показати, що STEM може бути таким же цікавим, як предмети мистецтва:

- Здійсніть екскурсію
- Влаштуйте змагання
- Заплутатися
- Грати в ігри

1.3 Аналіз предметної компетентності з фізики та формування її засобами STEM- технологій

Предметна компетентність – це сукупність знань, умінь і навичок в межах предмета, що дозволяє індивіду здійснювати певні дії за допомогою власних ставлення. Предметна компетентність з фізики – це, перш за все фундаментальна здатність є ознакою високого рівня його навчальних здібностей співвідношення набутих фізичних знань з реальною ситуацією та здібностями знайти відповідну та успішну процедуру (метод) вирішення проблеми, що вироблені під час вивчення фізики як навчальна дисципліна. [16]

Для ефективного набуття компетентностей у процесі навчання фізики вчитель особливо повинен звертатися до активних методів навчання — дослідницького, експериментального. Набуття вмінь учнів на її використання

спрямована експериментальна діяльність, набуті в практичній діяльності, розвиток пізнавального інтересу, розвиток їх творчих здібностей, інтересу до вибору майбутньої професії.

Процес формування предметних компетентностей старшокласників передбачає вирішення на уроках фізики таких завдань:

- 1) розвиток світогляду на основі теоретичного усвідомлення моделі, закони та принципи фізики;
- 2) уміння виконувати навчальний фізичний експеримент;
- 3) навички розв'язування фізичних задач.

З цього випливають такі складові предметної компетентності учнів фізика – світоглядна, експериментальна, обчислювальна. О.М. Миколаїв вважає, що в основі світоглядного компонента: формування в учнів системи фізичних знань на основі сучасних фізичних теорій (наукові факти, поняття, теоретичні моделі, закони, принципи). Яковлев О.М. і Садовий М. І. вважає, що «...науковий світогляд є теоретичним принципом, який передбачає глибоке розуміння природних явищ і закономірностей соціального життя, що органічно поєднує набуті знання з практикою» [26].

Одна з можливих форм організації навчально-пізнавальної діяльності учнів, що дає змогу вчителю розвивати в них предметну компетентність – навчальний фізичний експеримент, який допомагає учням засвоїти систему фізичних понять; застосовувати набутих знань у процесі навчання і практичної діяльності; розвиток абстрактного мислення та навичок аналізу графіків залежностей між фізичними величинами, робити висновки, узагальнення. Беручи до уваги вищесказане, ми можемо вони дійшли висновку, що фізичний експеримент є засобом, за допомогою якого можна модернізувати освітній процес шляхом запровадження компетентності та комп'ютерно-орієнтоване навчання. Особливості реалізації потребують додаткового вивчення інформаційних технологій навчання в процесі розробки предметної компетентності учнів.

РОЗДІЛ II. ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STEAM У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС

2.1. Лабораторні роботи, як засіб представлення STEM-підходу у навчальному процесі з фізики

Лабораторна робота є однією з обов'язкових самостійних робіт учнів, включених у навчальний план для різних навчальних предметів. Вона здійснюється під керівництвом вчителя і включає в себе використання спеціальних приладів, матеріалів, інструментів та інших засобів навчання. Лабораторна робота тісно пов'язана з іншими формами шкільних занять, сприяє втіленню міжпредметних зв'язків та принципу зв'язку теорії з практикою. Вона сприяє розвитку інтелектуально-пізнавальної активності учнів та є елементом формування наукових знань та навичок науково-дослідницької діяльності [19].

Лабораторна робота входить у структуру навчально-виховного процесу та взаємодіє з навчальним експериментом, домашніми експериментами та розв'язанням завдань, що базуються на спостереженнях та дослідженнях. Її значущість проявляється в ролі експерименту як джерела знань та критерію перевірки теорії. Лабораторна робота покращує формування навичок використання приладів, обладнання та технічних засобів, а також вивченню основної техніки та технологій. В лабораторних процесах учні розвивають уміння обробляти результати експерименту, систематизувати та узагальнювати явища природи, а також підтримують практичні навички в області вимірювання та використання комп'ютерної техніки. Лабораторна робота покращує формування матеріалістичного погляду на природу, упевненості в її пізнанні, а також розвитку учнівського вміння виявляє причинно-наслідкові зв'язки та функціональні залежності між фактами, явищами та процесами.

Аудиторні лабораторні роботи, які виконуються в класі

загальноосвітнього навчального закладу, відрізняються від домашніх лабораторних робіт, які виконують учні вдома. Структура їх виконання однакова, а саме: визначають тему, визначають мету і завдання, розробляють зміст, визначають форми і методи виконання, передбачають інструментарій, визначають термін виконання. Тематика лабораторних робіт здебільшого передбачена навчальними програмами. Проте вчитель може їх виправити. Відповідно до змісту теми лабораторної роботи визначено її мету та завдання. Що стосується форм організації лабораторної роботи, то вони бувають фронтальні, групові та індивідуальні.

Фронтальна форма організації лабораторних робіт передбачає виконання учнями класу однакових робіт з використанням однакових інструментів. Перевагами фронтальної лабораторної форми роботи є економія часу вчителя на розробку змісту та добір допоміжних матеріалів, ефективність зворотного зв'язку про хід виконання, можливість удосконалення та оцінювання результатів.

Групова форма організації лабораторної роботи полягає в підборі різних студентських груп завдань, інструкцій, дидактичних карток, засобів з однієї теми. Її перевагами є можливість урахування індивідуальних особливостей учнів, рівня їхніх навчальних досягнень, інтересів, допомога та взаємодопомога, контроль, самоконтроль, взаємоконтроль; використовувати обладнання більш ефективно.

Сутність **індивідуальної** організаційної форми лабораторної роботи полягає в розробці індивідуальних завдань, відборі та диференціації дидактичного матеріалу, постановці різних цілей і завдань роботи, урізноманітненні та врахуванні алгоритму виконання завдань. темп і ритм навчальної діяльності кожного студента, рівень сформованості вмінь і навичок самостійної роботи, теоретичної підготовки. Диференційована організація лабораторних робіт вимагає від викладача більших зусиль і часу на підготовку. Крім того, отримати зворотний зв'язок щодо прогресу окремих завдань і

покращити їх надзвичайно складно. Незалежно від специфіки форм організації лабораторних робіт, під час виконання в основному використовуються такі методи, як аналіз, синтез, порівняння, діагностика, висновки.

Організація лабораторної роботи включає, перш за все, підготовку викладача та учнів до виконання. Викладач готує дидактичні посібники, надає учням теоретичні знання з теми лабораторної роботи, розробляє (актуалізує) інструктивні картки, контролює хід підготовки учнів до лабораторної роботи, розробляє критерії та методику оцінювання лабораторної роботи та її результатів, за операцією, проміжні та кінцеві результати). Під час виконання лабораторних робіт учні набувають теоретичних і практичних знань, роблять самостійні «відкриття», відточують індивідуальні операційні вміння та навички самостійної експериментально-дослідницької діяльності; набути вміння планувати діяльність та фіксувати її проміжні та кінцеві результати; оцінити їх вірогідність.

У процесі спостереження та аналізу лабораторної роботи слід звернути увагу на такі параметри:

- доцільність виконання лабораторних робіт з певної навчальної теми;
- раціональність визначення мети і завдань лабораторної роботи (зв'язок теорії і практики, єдність розумової і фізичної діяльності учнів, набуття навичок, необхідних для роботи з інструментами та обладнанням);
- якість підготовки викладача до лабораторних робіт;
- підготовленість учнів до лабораторної роботи (володіння інструментами та обладнанням для самостійної діяльності, технікою і технологією роботи, засобами фіксації спостережуваних фактів, процесів, явищ; взаємовідносини учнів у мікрогрупах та їх уміння спілкуватися в навчальній практиці; доцільність результатів). відповідності виконаної роботи змісту теми, поставленій меті та завданням, самоконтролю та взаємоконтролю в процесі лабораторної роботи);
- оцінка процесу лабораторної роботи (уміння учнів зосереджуватися

на суті завдання, розуміння порядку роботи, підтримання дисципліни і порядку, техніки безпеки, етичних норм взаємовідносин; уміння учнів фіксувати результати роботи, підтримувати працездатність);

- результативність лабораторної роботи (поглиблення та розширення теоретичних знань, розвиток діалектико-матеріалістичного світогляду, розвиток творчих можливостей і здібностей, інтеграція знань на основі реалізації міжпредметних зв'язків, розвиток експериментальних умінь і навичок); оформлення результатів лабораторної роботи (усна, письмова, практична, графічна, значкова).

2.2. Використання віртуальної лабораторії Labster, як засіб формування предметної компетентності

Labster — провідна платформа для віртуальних лабораторій та інтерактивної науки [2].

Головна мета – надати доступ до якісної дистанційної освіти та змішаного навчання на платформі Labster, яка надає безкоштовний доступ до своїх інтерактивних курсів для всіх шкіл, коледжів та університетів України. Надзвичайно важливо розширювати кваліфікацію наших вчителів і надавати всім українським учням і учням ефективні інструменти для вивчення нових технологій і наукової діяльності, незалежно від того, ким вони хочуть бути в майбутньому – урядовцями, підприємцями, фермерами чи лікарями. Після закінчення навчання молоді люди повинні бути готові перенести набутий інтелектуальний досвід у сферу, де вони будуть використовувати свій потенціал, адже наука є основою всіх сфер діяльності [2].

Платформа «Labster» є світовим лідером у розробці віртуальних навчальних тренажерів, завдяки яким вже успішно навчаються 5 мільйонів учнів та учнів 3000 навчальних закладів у 70 країнах світу[2]. Віртуальні симуляції на платформі доступні в таких галузях:

- анатомія і фізіологія
- біохімія;
- біологія;
- біотехнологія;
- хімія;
- наука про землю;
- мікробіологія;
- фізика тощо

Навігація в менеджері курсу Labster в ролі вчителя

Якщо ви вже придбали доступ до Labster, ви мали отримати автоматичний електронний лист для активації вашого облікового запису Labster.

Після того, як ви активували свій обліковий запис і ввійшли, настав час почати!

1. Почніть зі створення курсу

- Натисніть «**Створити новий курс**»
- Введіть назву вашого курсу (включаючи будь-яку інформацію про розділ)

Створіть курс



Додайте співвикладачів до курсу.

Натисніть на назву курсу, а потім натисніть кнопку «+ **Додати співвикладача**».



2. Тепер настав час вивчити нашу бібліотеку моделювання та додати моделювання до вашого курсу.

- Натисніть «**Додати симуляції**»
- Перегляньте наш каталог симуляцій
- Виберіть симуляції, які потрібно призначити, натиснувши «**Додати**» .

Ви можете додавати симуляції з кількох місць



3. Заплануйте дати або опублікуйте моделювання

- Під вашим курсом на вкладці моделювання
- Натисніть «**Розклад**» поруч із симуляцією
- Виберіть дату, коли ваші учні повинні почати грати в симуляцію
- Виберіть дату завершення симуляції
- Збережіть свої налаштування, натиснувши «Застосувати»

розклад



4. Обмежте кількість зарахованих спроб, які можуть використовувати

учні

- Після того, як моделювання буде опубліковано, клацніть «**Налаштувати спроби**»
- Використовуйте кнопки + і -, щоб налаштувати кількість спроб, які ваші учні можуть використовувати для оцінки
- Натисніть «**Застосувати**», щоб зберегти зміни

Набір спроб



5. Додайте студентів до свого курсу

Для цього є кілька варіантів:

Можливість додавати студентів

а. Додавання студентів **вручну** або з **файлу CSV** (імпортувати з файлу):

- Під вашим курсом натисніть вкладку «**Студенти**».
- Натисніть опцію «**Запросити студентів**».
- Додайте студентів із файлу CSV або вручну
- Студенти отримають електронний лист для активації свого облікового запису

Перегляньте кроки вручну або з **файлу CSV**



б. Додавання студентів за допомогою **посилання на запрошення** або **коду**

курсу:

- Під вашим курсом натисніть вкладку «**Студенти**».

- Натисніть опцію «**Запросити студентів**».
- Виберіть опцію «**Поділитися посиланням**».
- Натисніть кнопку «**Створити посилання**».
- Скопіюйте та поділіться зі студентами **посиланням на запрошення** або **кодом курсу**

Перегляньте **посилання Запрошення** або **код курсу**



Коли студенти перейдуть за **посиланням «Запросити»**, їм потрібно буде підтвердити свою електронну адресу, щоб приєднатися до курсу.

Якщо ви поділитеся кодом курсу зі студентами, їм потрібно буде отримати доступ до Labster через <https://my.labster.com/join-course>, заповнити необхідну інформацію та ввести наданий код курсу



- Ви можете будь-коли перевірити стан їх облікового запису, перейшовши на вкладку «**Студенти** »:



6.Контролювати успішність учнів

- Коли ваші учні почнуть грати в симуляції, ви можете стежити за їхнім прогресом, натиснувши вкладку «**Оцінки**» ліворуч на екрані
- Ви можете переглядати оцінки за учня або за симуляцію
- Клацніть будь-яку спробу, щоб переглянути докладнішу інформацію про відповіді ваших учнів

7.Перегляньте курс як студент

Щоб переглянути курс як студент, ви можете натиснути на назву курсу.

Потім угорі праворуч натисніть кнопку «Переглянути як студент».

Щоб вийти з перегляду студента, натисніть кнопку «Назад до перегляду викладача»

Приклади розробок лабораторних робіт на віртуальній лабораторії Labster для формування предметної компетентності:

Лабораторна робота №1

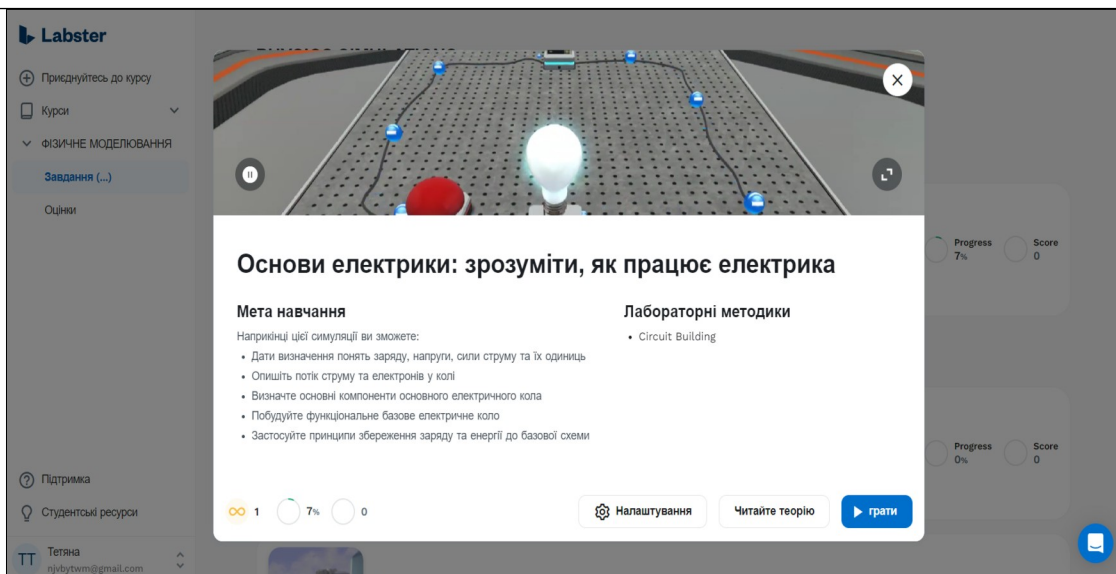
Тема: Основи електрики: зрозуміти, як працює електрика

Мета навчання:

- Дати визначення понять заряду, напруги, сили струму та їх одиниць
- Опишіть потік струму та електронів у колі
- Визначте основні компоненти основного електричного кола
- Побудуйте найпростіше електричне коло
- Застосуйте принципи збереження заряду та енергії до схеми електричного кола.

Хід роботи

I. ЗНАЙОМСТВО З ЛАБОРАТОРНОЮ РОБОТОЮ



II. ЧИТАЄМО ТЕОРІЮ

1. Читаємо про: “Заряд, струм і напруга”

2. Читаємо про збереження заряду в колі

III. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Після цього ми бачимо вкладку, де нам детально розповідається, чому ми навчимося та натискаємо на кнопку “старт”.

Детальні кроки виконання:

1. Оглядаємо планшет на якому спостерігаємо декілька вкладок, а саме:

- Перша вкладка - на якій з нами вітаються, детально розповідається про що йдеться в даній роботі.

Переклад:

“Привіт! Ласкаво просимо до симуляції Basic Electricity! У нас проблеми з електрикою в одній із наших лабораторій, і там зовсім темно! Нашим науковцям потрібно там працювати, але для цього їм потрібне світло.

- Друга вкладка нагадує нам теорію
- Третя вкладка показує нам картинки
- На четвертій вкладці нам надають контрольний список, що потрібно зробити.

КОНТРОЛЬНИЙ СПИСОК

- ◆ Підготуйтеся до роботи в лабораторії
- ◆ Розуміти поняття заряду, електричного струму та напруги
- ◆ Створіть і перевірте власну схему

Також для полегшення розрахунку додано калькулятор.

2. Починаємо виконувати

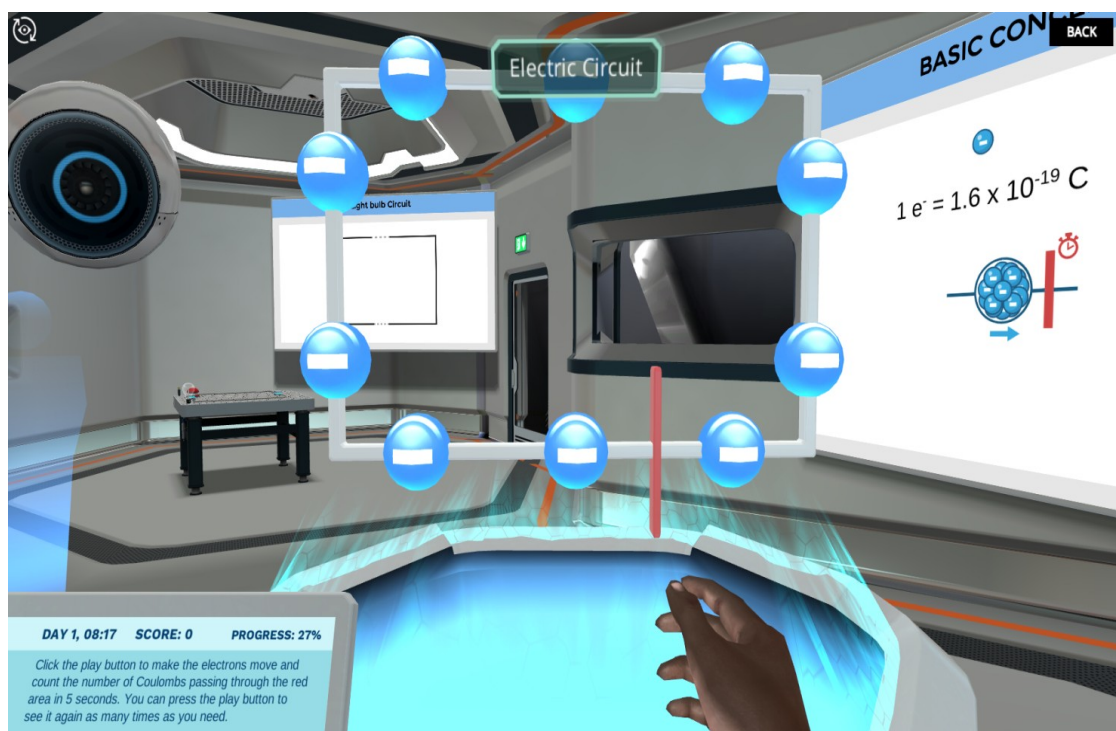
- ✓ Отримуємо декілька запитань
- ✓ Далі йде детальна інструкція, як використовувати лабораторію
- ✓ Інструкція по проходженню:
- ✓ Рухаємось до “Holo-table”, щоб вивчити про електрику.



Нам детально розповідають про електричний струм та електрон

✓ **Проводимо експеримент та відповідаємо на поставлене питання:**

“Чи можете ви порахувати кількість кулонів, які проходять через цю точку за 5 секунд?” (1 Електрон= 1 Кулону)



✓ **Завдання:** Натисніть на кнопку відтворення, щоб змусити електрони рухатись та підрахуйте кількість кулонів, що пройде через червону область за 5 секунд.

✓ Після експерименту відповідаємо на запитання:

Скільки кулонів пройшло через червону ділянку кола?

a) 5 C

б) 20 C

в) 3C

г) 10 C

3. Наступний експеримент

✓ Читаємо теорію про струм та відповідаємо на запитання:

Якщо в нашій попередній вправі 10 Кулонів пройшли через певну точку за 5 секунд.

Яка сила струму в нашому колі?

a) 5 A

б) 1 A

в) 2 A

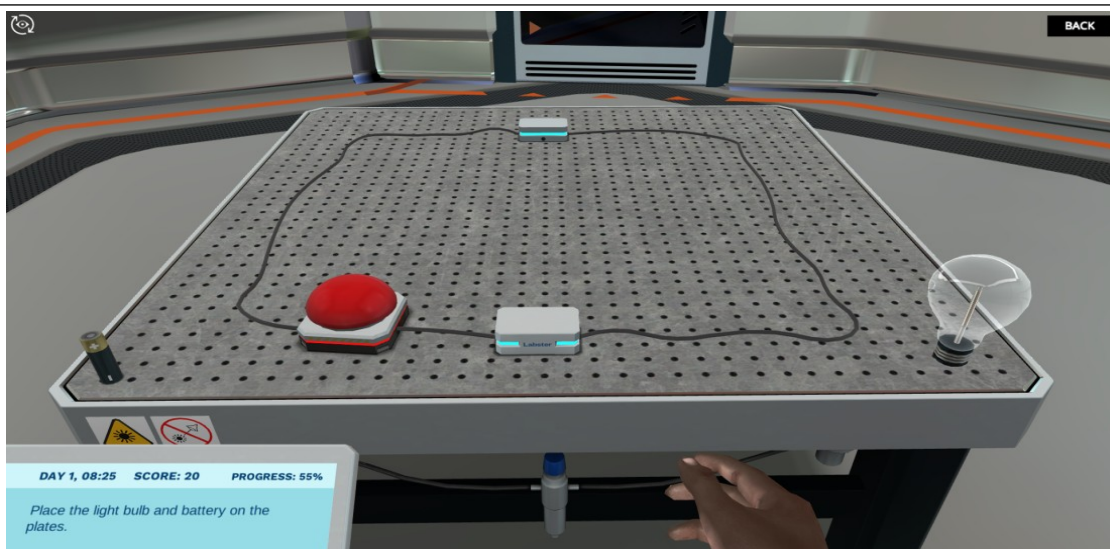
г) 10 A

✓ Додаємо джерело струму до “Holo table”

Додавши акумулятор, ми створюємо різницю потенціалів. Однією з частин батареї є а позитивно заряджена, а інша частина – негативно. Коли обидва полюси контактують через ланцюг, електрони течуть від негативного полюса до позитивного.

Електричний струм (рух електронів) триватиме, доки різниця потенціалів батареї не дорівнюватиме 0, що означає, що обидва полюси мають однаковий заряд.

5. Наступним кроком переходимо до “Circuit table”

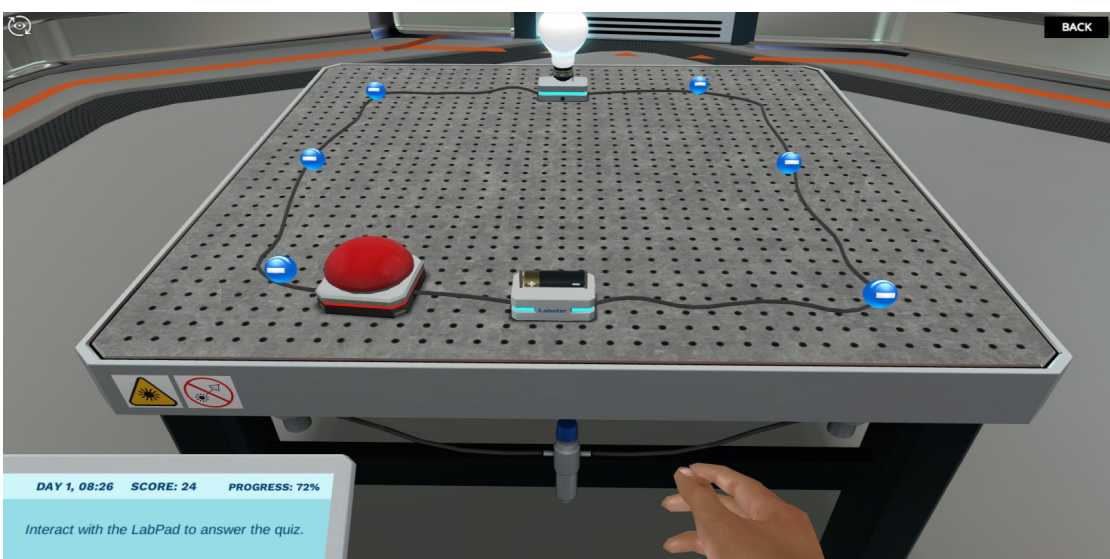


✓ **Завдання:** Потрібно поставити лампочку та батарею на схему

✓ **Виконання:** Складаємо схему, але щось пішло не так, шукаємо відповідь на це запитання.

Ця лампочка виглядає дуже тьмяною. Як ви думаєте, чому це відбувається?

- a) Електрони рухаються не в правильному напрямку
- б) Швидше за все розбилася лампочка
- с) Напруга батареї занадто низька
- д) Струм, який забезпечує акумулятор, надто низький



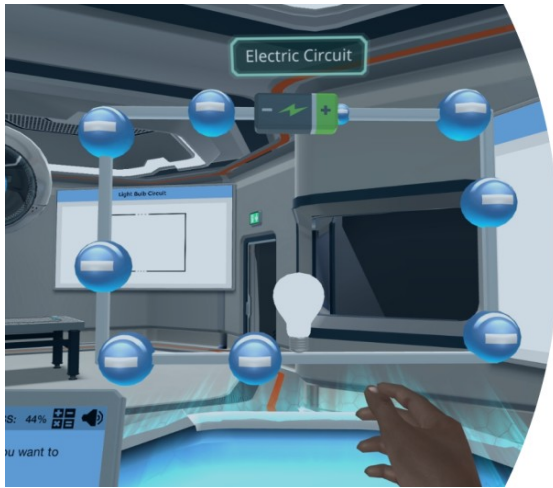
✓ **На даному кроці ми можемо побачити рух електронів та дамо**

відповідь на запитання.

- ✓ **Ми бачили, що вольти використовуються різними компонентами схеми. Що станеться зі струмом, вираженим в амперах?**
 - а) Зменшується щоразу, коли проходить через лампочку*
 - б) Збільшується щоразу, коли проходить через лампочку*
 - в) Він залишається постійним, кількість кулонів, що протікають у контурі, завжди однакова*
 - д) Він збільшується щоразу, коли він проходить через батарею*
- ✓ **Моделюємо ситуацію та відповідаємо на поставлене запитання**
 - ✓ спочатку ставимо джерело 6 В потім міняємо на 20 В*
 - ✓ Після зміни джерела струму при увімкненні кола, лампочка вибухнула знаходимо відповідь чому так сталося?**
- ✓ **Відповідаємо на останнє запитання**
 - Чи відчуваєте ви, що отримали необхідні знання під час цієї симуляції?***
 - а) Повністю згоден*
 - б) Погодьтеся*
 - в) Не згоден*
 - г) Зовсім не згоден*

IV. ЗАВЕРШЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

На завершення ми отримаємо результат який ми отримали по завершенню лабораторної роботи.



Основи електрики: зрозуміти, як працює електрика

Чудова робота!

✓ Ваш прогрес збережено, і тепер ви можете закрити цю вкладку.

Ось як ви це зробили

Виконала Тетяна Томиниць о 06:41 23 листопада



Оцінка
38/50



Спроби
2



Витрачений час
42:30

Закрийте цю вкладку

▶ Грай знову



Лабораторна робота №2

Тема: Збереження енергії: максимізуйте механічну енергію американських гірок

Мета навчання:

- Дайте визначення механічної енергії ізольованої системи
- Відокремте консервативні сили від неконсервативних
- Дайте визначення механічної енергії тіла
- Поясніть збереження механічної енергії
- Застосуйте закон збереження енергії для опису руху тіла
- Використовуйте рівняння для кінетичної та потенційної енергії, пов'язані зі швидкістю та переміщенням
- Визначте джерела енергії та перетворення енергії

Лабораторні методики

- Маніпуляція формулами потенційної, кінетичної та механічної енергії

Хід роботи

I. ЗНАЙОМСТВО З ЛАБОРАТОРНОЮ РОБОТОЮ

The screenshot shows the Labster interface for a simulation titled "Збереження енергії: максимізуйте механічну енергію американських гірок". The interface includes a sidebar with navigation options like "Приєднуйтесь до курсу", "Курси", "ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ", "Завдання (...)", "Оцінки", "Підтримка", and "Студентські ресурси". The main content area features a 3D roller coaster track with a car at the top of a hill. Below the track, the title "Збереження енергії: максимізуйте механічну енергію американських гірок" is displayed. Underneath, there are two sections: "Мета навчання" (Learning Objectives) and "Лабораторні методики" (Laboratory Methods). The "Мета навчання" section lists seven objectives, including defining mechanical energy, distinguishing conservative and non-conservative forces, explaining energy conservation, applying the conservation law, using equations for kinetic and potential energy, and identifying energy sources. The "Лабораторні методики" section lists one method: manipulating formulas for potential, kinetic, and mechanical energy. At the bottom of the main content area, there are buttons for "Налаштування" (Settings), "Читайте теорію" (Read theory), and "Грати" (Play). The interface also shows progress and score indicators for the current and previous steps, all currently at 0%.

II. ЧИТАЄМО ТЕОРІЮ

1. Читаємо про: “Збереження енергії: максимізуйте механічну енергію амереканських гірок”

2. Читаємо “Міжнародна система одиниць (одиниці СИ)”

III. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Після цього ми бачимо вкладку, де нам детально розповідається, чому ми навчимося та натискаємо на кнопку “старт”.

Детальні кроки виконання:

1. Оглядаємо планшет на якому спостерігаємо декілька вкладок, а саме:

- Перша вкладка на якій з нами вітаються, детально розповідається про що йдеться в даній роботі.

2. Починаємо виконувати

- Проводимо експеримент та спілкуємось з покупцем
- Обнюємо гроші покупця на білети
- Далі йде інформація, як амереканські гірки перетворюють енергію точно так само. Тут, над містом, він починається вгору з потенціальною енергією, яка потім перетворюється на кінетичну енергію, коли він рухається вниз по трасі.

3. Починаємо експеримент

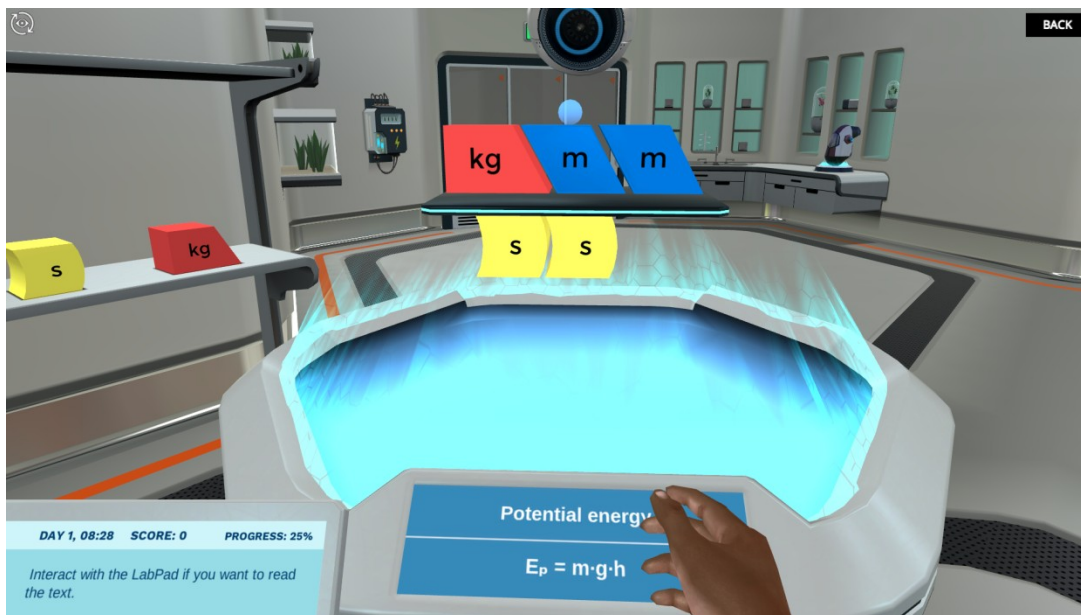
✓ Це лабораторія дизайну американських гірок. Тут ви застосуєте принципи фізики, щоб покращити американські гірки Labster. Числа важливі у фізиці, але значення цих чисел надають одиниці!

✓ Ліворуч ви можете знайти фігури, що представляють різні одиниці вимірювання. На голографічному столі ви можете знайти тривимірну фігуру, що представляє лінію поділу в одиниці.

✓ Натисніть на одиницю з полиці. Розмістіть одиницю над або під дільником, щоб вона представляла один джоуль. Повне для всіх одиниць, залучених до одного джоуля потенційної енергії. Якщо вам потрібна

допомога, прочитайте теоретичну сторінку про джоулі.

- ✓ Склаємо формулу потенціальної енергії через одиниці системи СІ.



- ✓ Складаємо формулу кінетичної енергії за такою самою схемою, як потенціальну та даємо відповідь на запитання:

Що ви помітили в компонентах, які складають одиницю кінетичної енергії СІ?

- а) Вони являють собою потенційну енергію, помножену на швидкість*
 - б) Вони є перегрупуванням компонентів потенційної енергії*
 - в) вони такі ж, як потенціальна енергія*
 - д) Вони такі ж, як квадрат швидкості*
- ✓ Безпосередньо переходимо до експерименту:
Ласкаво просимо на нашу тестову трасу! На платформі ліворуч ви знайдете транспортні засоби трьох різних мас. Ви можете розмістити їх на будь-якій з трьох різних висот.
 - ✓ Експериментуємо з різними машинками та висотою треку
 - ✓ Відповідаємо на запитання:

Яке положення призводить до найбільшої кількості потенційної енергії?

а) Найнижча позиція

б) Найвища посада

в) Усі вони призводять до однакової потенційної енергії

г) Середня позиція

✓ Обчислюємо найвищу потенціальну енергію, через калькулятор симуляції.

✓ Використовуємо важіль, щоб відпустити найважчий автомобіль знову з найвищої точки. Цього разу спостерігайте за кінцевою швидкістю внизу.

✓ Обчислюємо кінетичну енергію за допомогою калькулятора.

✓ Кінетична енергія внизу дорівнює потенційній енергії зверху. Це означає, що загальна енергія автомобіля залишається незмінною протягом усієї поїздки, хоча вона трансформувалася з потенційної енергії в кінетичну.

✓ Розміщуємо транспортний засіб на різній висоті та спостерігаємо за швидкістю

✓ Відповідаємо на запитання:

Яка маса транспортного засобу найшвидше рухається внизу? Ви можете продовжити груз відстежте, якщо ви ще не знаєте відповіді.

а) Найменша маса

б) Найбільша маса

в) Маса не впливає на швидкість а

г) Середня маса

Оскільки всі ці три транспортні засоби рухалися б з однаковою швидкістю внизу, якщо їх випустити з однакової висоти, чи всі вони мали б однакову кількість кінетичної енергії?

а) Так, тому що маса не впливає на кінетичну енергію

б) Ні, оскільки маса впливає на кінетичну енергію

в) Так, тому що всі транспортні засоби знаходяться на одній висоті внизу

г) Ні, оскільки маса впливає на кінетичну енергію

- ✓ Обчислюємо кінетичну та потенціальну енергію на половині висоти.
- ✓ За допомогою цього експерименту ми отримали закон збереження повної механічної енергії.
- ✓ Обчислюємо механічну енергію

4. Наступний експеримент

- ✓ Обчислюємо потенціальну енергію в горі та відповідаємо на запитання.
- ✓ Проводимо експеримент змінюючи висоту треку в різних місцях та спостерігаємо за швидкістю.

Оскільки ця ділянка спускається на висоту 0 метрів, схоже, ви досягли своєї місії! Це пояснюється тим, що більшість потенціальної енергії було повністю перетворено на кінетичну енергію, тому американські гірки рухаються надзвичайно швидко.

5. Після всіх експериментів повертаємось назад до клієнта.

- ✓ Продажі квитків заскочили, тому що всі в захваті від нових американських гірок, які ви створили!

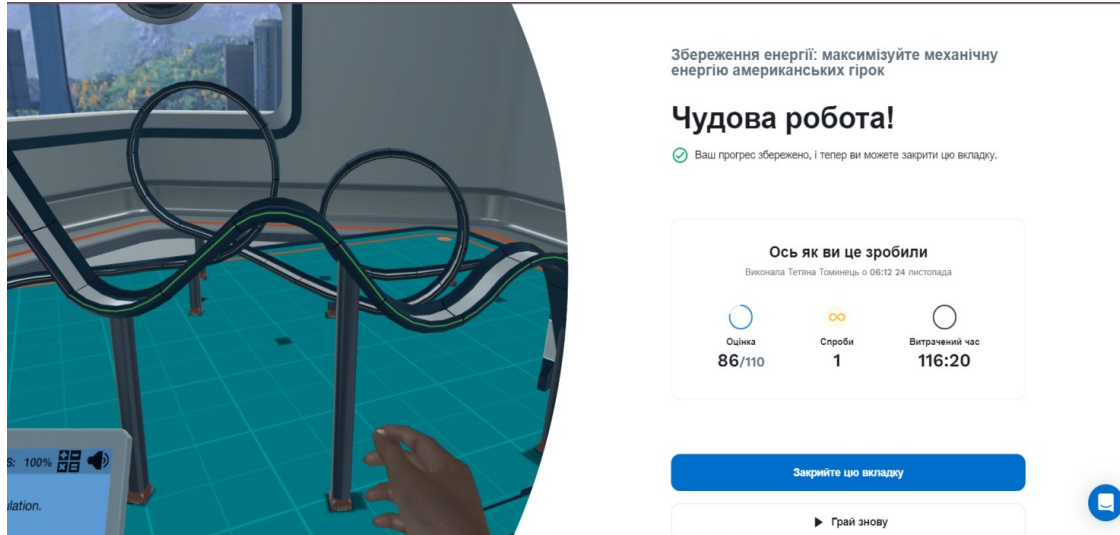
Відповідаємо на останнє запитання:

Чи відчуваєте ви, що отримали необхідні знання під час цієї симуляції?

- а) Повністю згоден*
- б) Погодьтеся*
- в) Не згоден*
- г) Зовсім не згоден*

IV. ЗАВЕРШЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

На завершення ми отримаємо результат який ми отримали по завершенню лабораторної роботи.



Збереження енергії: максимізуйте механічну енергію американських гірок

Чудова робота!

✓ Ваш прогрес збережено, і тепер ви можете закрити цю вкладку.

Ось як ви це зробили
Виконала Тетяна Томинець о 06:12 24 листопада

| | | |
|--------|--------|----------------|
| Оцінка | Спроби | Витрачений час |
| 86/110 | 1 | 116:20 |

Закрийте цю вкладку

▶ Грай знову

Лабораторна робота №3

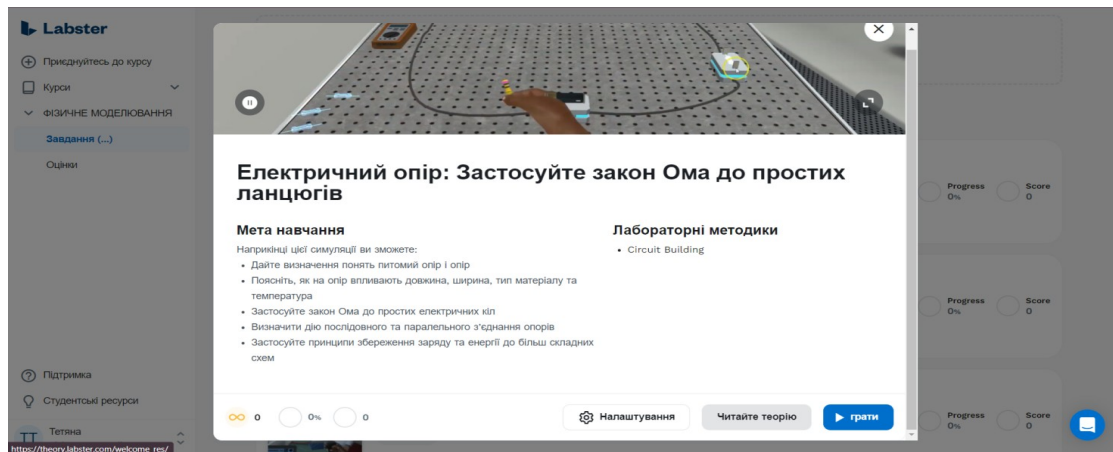
Тема: Електричний опір: Застосуйте закон Ома до простих ланцюгів

Мета навчання:

- Дайте визначення понять питомий опір і опір
- Поясніть, як на опір впливають довжина, ширина, тип матеріалу та температура
- Застосуйте закон Ома до простих електричних кіл
- Визначити дію послідовного та паралельного з'єднання опорів
- Застосуйте принципи збереження заряду та енергії до більш складних схем

Хід роботи

I. ЗНАЙОМСТВО З ЛАБОРАТОРНОЮ РОБОТОЮ



II. ЧИТАЄМО ТЕОРІЮ

1. Читаємо про: “Електричний опір: Застосуйте закон Ома до простих ланцюгів”

2. Читаємо про “Закон Ома”

III. ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

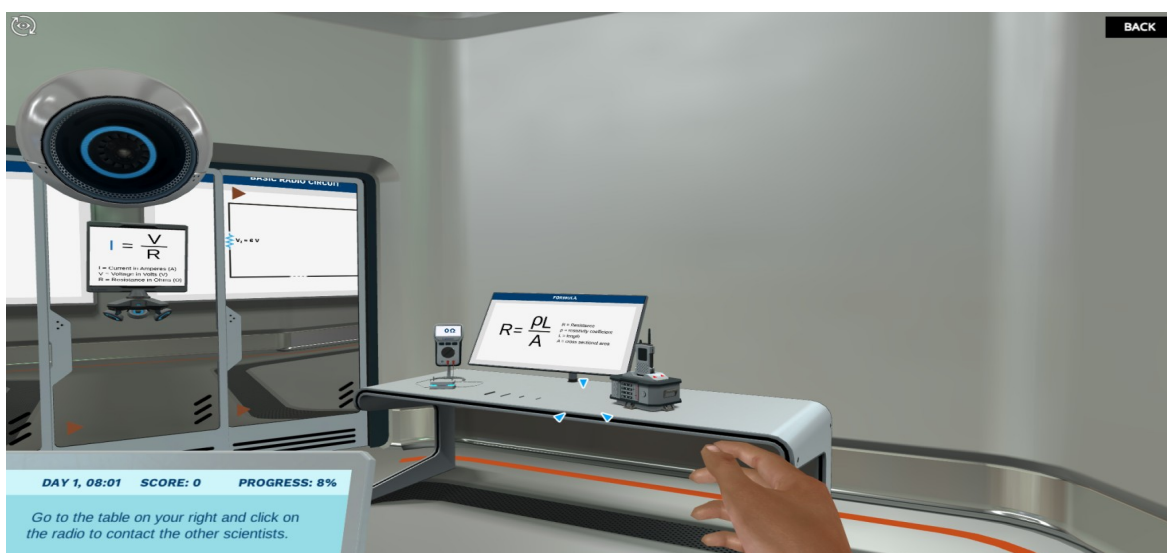
Після цього ми бачимо вкладку, де нам детально розповідається, чому ми навчимося та натискаємо на кнопку “старт”.

Детальні кроки виконання:

1. Оглядаємо планшет на якому спостерігаємо декілька вкладок, а саме:

- Перша вкладка на якій з нами вітаються, детально розповідається про що йдеться в даній роботі.

2. Починаємо виконувати



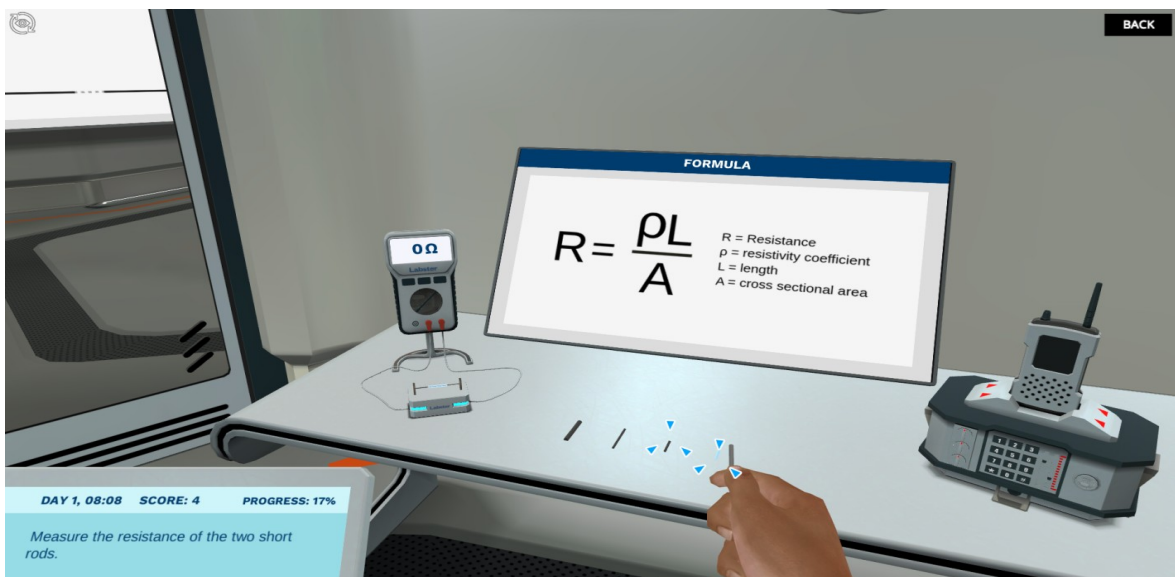
- Підійдіть до столу праворуч і натисніть на радіо, щоб зв'язатися з іншими вченими.
- **Наступний крок** натискаємо на радіо, але щось пішло не так. Спробуємо розібратись в чому проблема.

Щось пішло не так з радіо. Ось, дозволь мені оглянути це. О ні, один із резисторів у радіо зламався. Нам потрібно це виправити, щоб знову мати змогу користуватися радіо!

✓ Щоб мати можливість полагодити радіо, нам спочатку потрібно зрозуміти, що таке електричний опір, провідність і резистори. *Електричний опір кількісно визначає, наскільки сильно матеріал чинить*

опір потоку електронів (електричного струму), тоді як провідність є зворотною властивістю, яка визначає, наскільки добре матеріал проводить електричний струм. Резистор — це електричний компонент, який використовується в електриці для збільшення опору схеми.

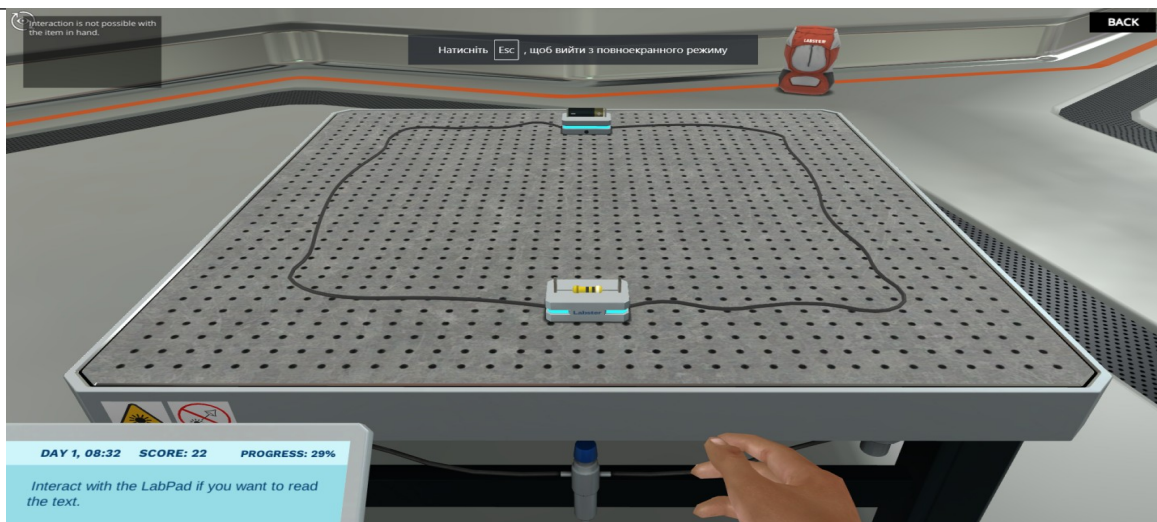
3. Експериментуємо як грифель олівця різного розміру вплине на опір



- Те, що ви бачите перед собою, — це мультиметр, і зараз він налаштований на вимірювання опору. Одиниця вимірювання опору називається Ом і позначається грецькою літерою Q.
- Отже вимірявши опір двох олівців ми побачили, що опір різний, це виходить з того, що олівці мають різний матеріал.

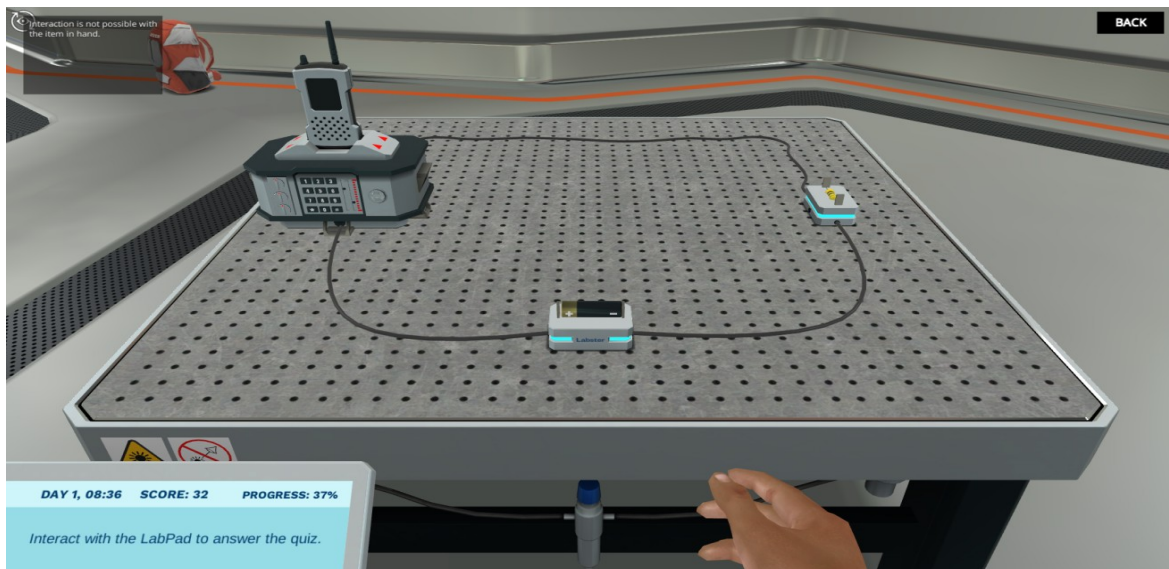
4. Наступний експеримент

- ✓ Складаємо схема на столі “Holo table”, для вимірювання опору.



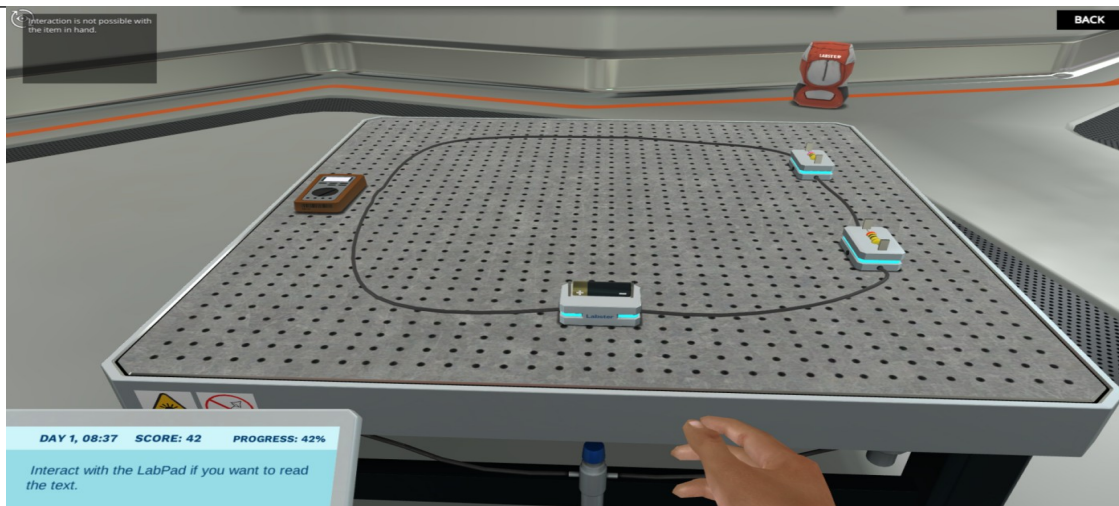
✓ Ви можете побачити, що на екрані з'явився символ кожного компонента, і ви можете побачити додаткову інформацію про них.

5. Ремонтуємо схему радіо



✓ У нас є вся радіо-ланцюг зліва. Я посилив ділянку зі зламаним резистором, і ми розглядатимемо решту радіо-ланцюга як один резистор, щоб спростити обчислення. Пам'ятайте, що ви можете наводити курсор на різні компоненти, щоб побачити потрібну інформацію, і ви також можете побачити її на великому екрані.

✓ Складаємо іншу схему



✓ Вимірюємо опір на двох резисторах, бачимо, що опір однаковий і на першому і на другому резисторі. Як бачите, струм однаковий у всіх точках кола. Гарною аналогією є уявлення про струм як про «кількість електронів», електрони не зникають, кількість електронів завжди однакова. Давайте спробуємо зараз виміряти напругу, я щойно перемкнув мультиметр, і тепер він показує напругу.

✓ Заповнюємо показати та вираховуємо опір, силу струму та напругу при послідовному з'єднанні.

✓ Заповнюємо показати та вираховуємо опір, силу струму та напругу при мішаному з'єднанні.

✓ Складаємо іншу схему

Струм буде розділено, але оскільки закон Ома визначає, що струм залежить від напруги та опору, різний опір резистора 1 і резистора 2 викличе різний струм на кожному резисторі.

✓ Заповнюємо показати та вираховуємо опір, силу струму та напругу при паралельному з'єднанні.

Електрони переважно рухатимуться шляхом, який створює найменший опір.

✓ Відповідаємо на запитання:

Який еквівалентний опір для резисторів 1 і резисторів 2, з'єднаних паралельно?

Пам'ятайте, що резистор 1 має опір 20 Ом, а резистор 2 — 10 Ом.

а) 6,66 Ом

б) 10 Ом

в) 0,03 Ом

г) 30 Ом

✓ Складаємо схему паралельного з'єднання, щоб поремонтувати радіо

✓ Заповнюємо показати та враховуємо опір, силу струму та напругу при мішаному з'єднанні.

✓ Даємо відповідь на останнє запитання:

✓ Відповідаємо на запитання:

Яким буде еквівалентний опір для резистора 1 і резистора 2?

Пам'ятайте, що резистор 1 має опір 20 Ом, а резистор 2 має опір 10 Ом.

а) 10 Ом

б) 0,03 Ом

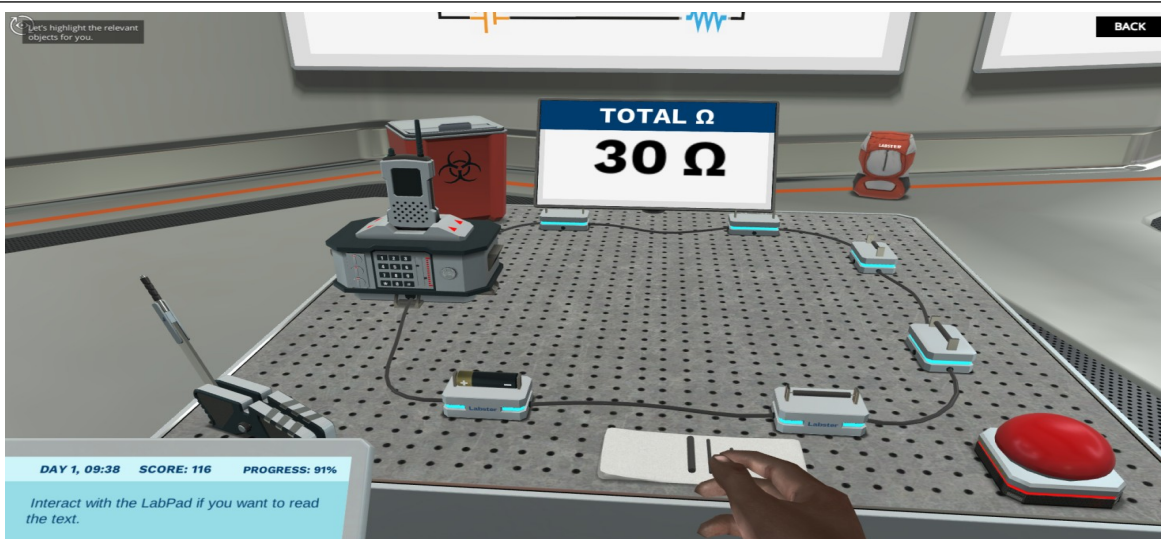
в) 6,66 Ом

г) 30 Ом

✓ Еквівалентний резистор в цьому випадку буде таким же, як ми розраховували раніше. оскільки ми об'єднуємо однакові резистори.

6. Складаємо останню схему

✓ Тут у вас є все необхідне для створення власних резисторів серії 30 Ом для ремонту радіо. У нас є лише грифелі для олівців із опором 7, 12 і 22 Ом, і, як ви бачите, жоден із них разом не має 30 Ом.



✓ *Склавши схему радіо запрацювало. Роботу завершино.*

IV. ЗАВЕРШЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

На завершення ми отримаємо результат який ми отримали по завершенню лабораторної роботи.

Електричний опір: Застосуйте закон Ома до простих ланцюгів

Чудова робота!

✓ Ваш прогрес збережено, і тепер ви можете закрити цю вкладку.

Ось як ви це зробили
Виконала Тетяна Томниць о 05:21 25 листопада

| | | |
|---------|--------|----------------|
| Оцінка | Спроби | Витрачений час |
| 110/140 | 1 | 101:45 |

Закрийте цю вкладку

▶ Грай знову

2.3 Розробка уроку з застосуванням STEM-технологій (Лабораторної роботи)

Розглянемо розробку уроку для 11 класу використовуючи Інструкцію до “Лабораторну роботу №3” у віртуальній лабораторії Labster.

11 клас

Конспект уроку

Лабораторна робота " Дослідження послідовного, паралельного та змішаного з'єднання резисторів”

Мета: навчити виконувати різні способи з'єднання резисторів і визначати їх основні властивості, перевірка дослідницьким шляхом формул, на підставі яких виконуються розрахунки електричних кіл постійного струму.

Матеріально-технічне обладнання: віртуальна симуляція Labster

Самостійна робота

1. Опрацювати теорію по Закону Ома, паралельному, послідовному та паралельному, мішаному з'єднанні провідників.
2. Ознайомитись із схемами електричних кіл

Виконання роботи

I. Доступ до лабораторії

Посилання:

https://my.labster.com/simplay/a0K2X00000uuagUUAQ/courseId=63d67b095147dea9137cbd14&accessibility=false&userLang=enUS&playMode=student_play&fps=30

QR-код:



II. Виконання лабораторної

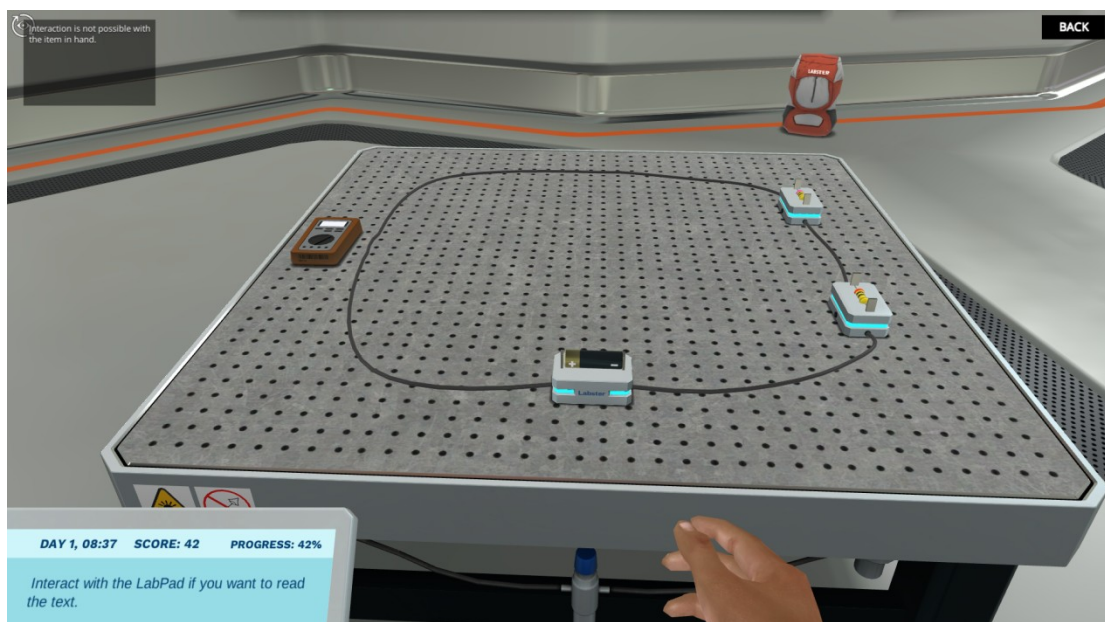
1. Записати в табл. 1 технічну характеристику вимірювальних приладів.

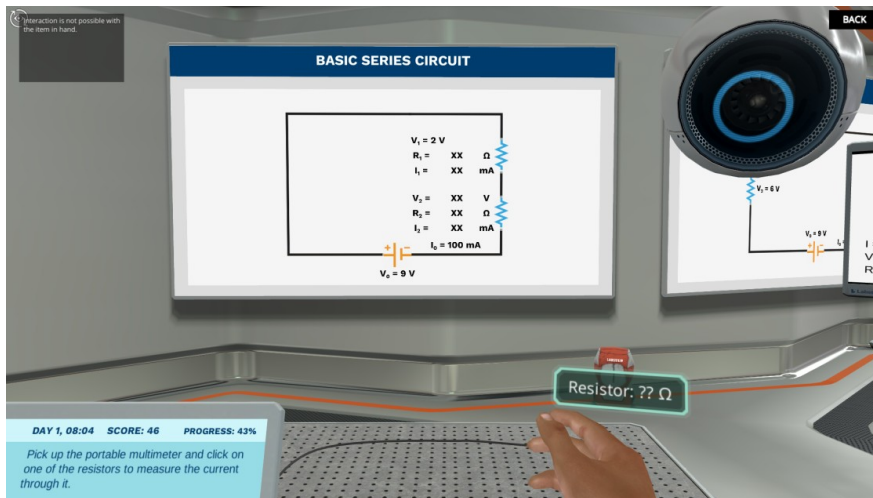
Технічна характеристика вимірювальних приладів і обладнання

Таблиця 1

| Назва приладу | Тип | Кількість | Технічні данні |
|---------------|-----|-----------|----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

2. Скласти електричне коло з послідовно з'єднаними резисторами відповідно до схеми.





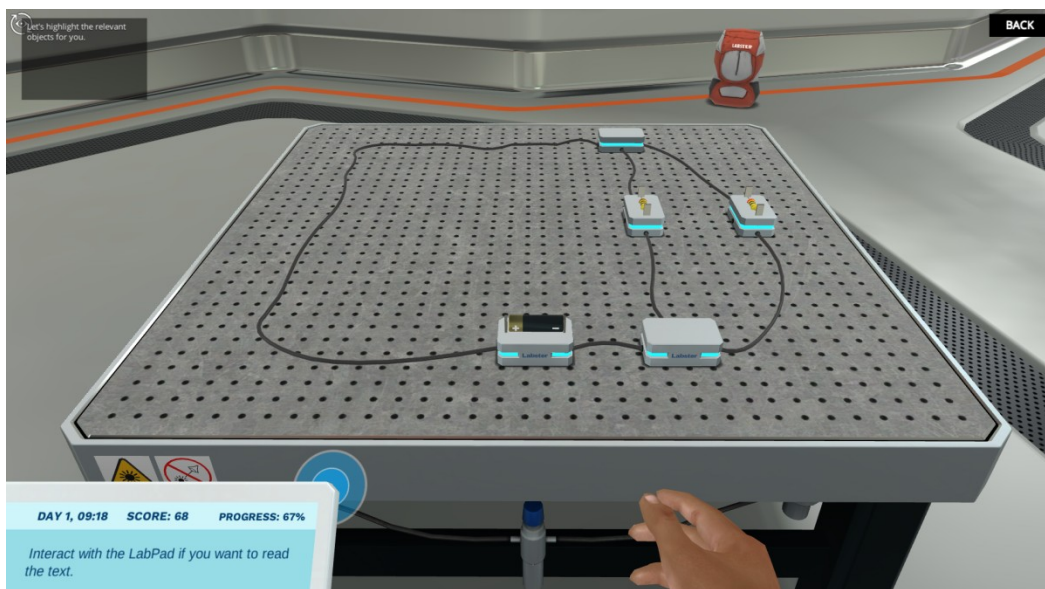
3. Встановити джерело живлення кола. Провести експеримент, результати вимірювань занести в табл. 2.

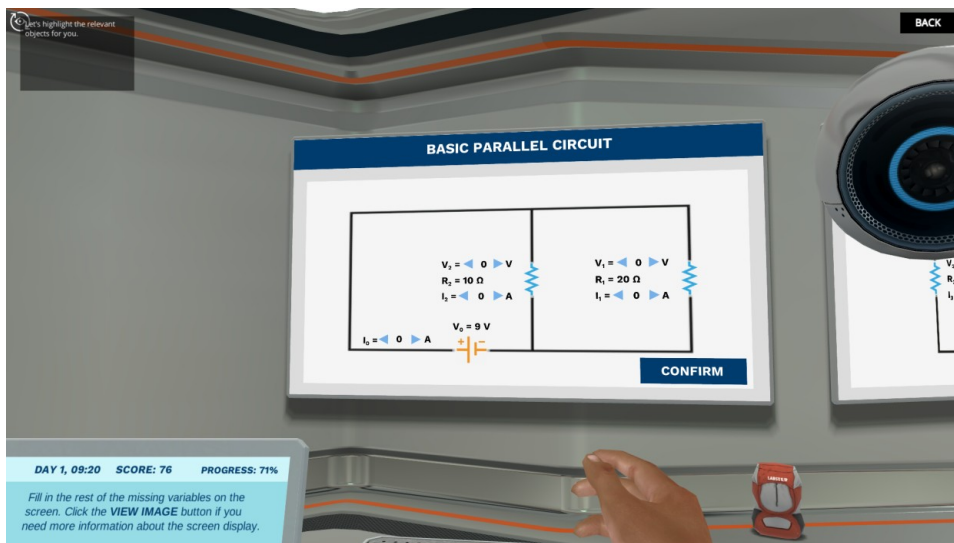
Табл.2

| Виміряно | | | Розраховано | | | | | |
|----------|--------------------|------|-------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| I, A | U ₂ , B | U, B | R, Ом | R ₁ , Ом | R ₂ , Ом | U ₁ , B | I ₁ , A | I ₂ , A |
| 100 mA | 2 | 9 | | | | | | |

4. Розрахувати опори, повний опір кола і напругу та сили струму. Результати занести в табл. 2.

5. Скласти електричне коло з паралельно з'єднаними резисторами відповідно до схеми.



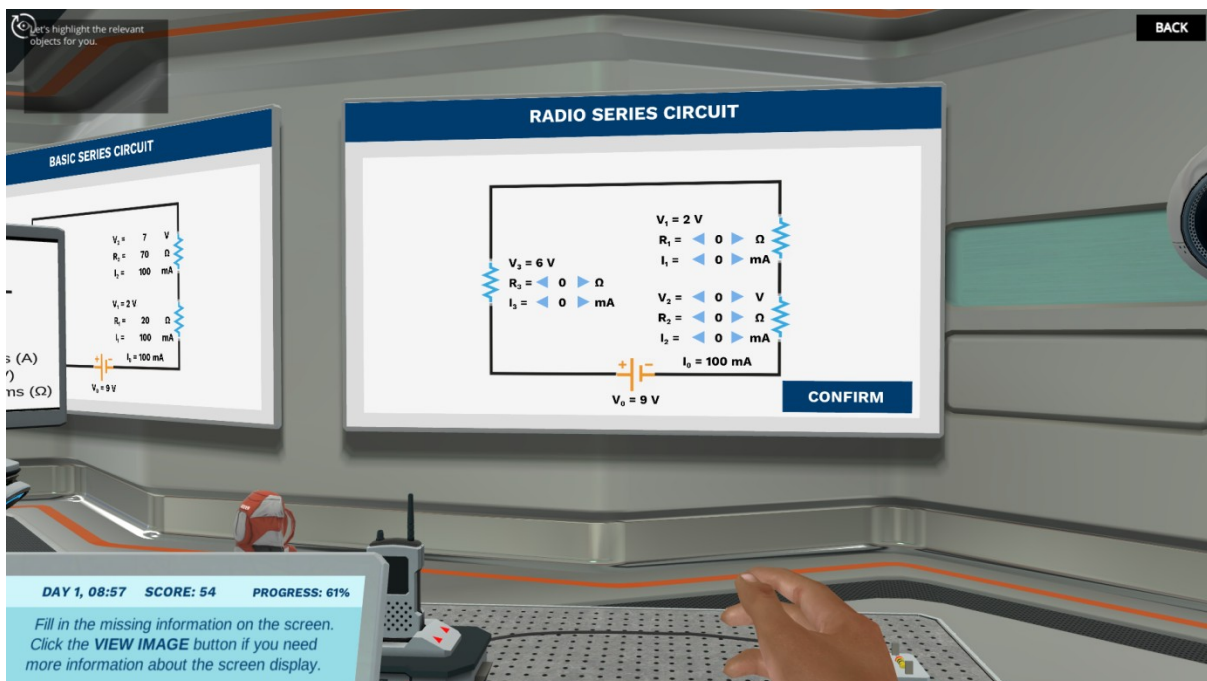


Таблиця 3

| Виміряно | | | Розраховано | | | | | |
|----------|--------|------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|
| R1, Ом | R2, Ом | U, В | U2, В | U1, В | I2, А | I1, А | I, А | R, Ом |
| 20 | 10 | 9 | | | | | | |

7. Заповнити та занести результати вимірювання в таблицю 3.

8. Складемо схему мішаного з'єднання та заповнюємо таблицю 4.



Таблиця 4

| Виміряно | | | | Розраховано | | | | | | | | |
|----------|------|--------|-----|-------------|--------|--------|--------|------|-------|-------|-------|--|
| U1, В | U3,В | I, А | U,В | U1, В | R3, Ом | R1, Ом | R2, Ом | U2,В | I1, А | I2, А | I3, А | |
| 2 | 6 | 100 мА | 9 | | | | | | | | | |

Висновки: підтвердження законів Ома, обчислення еквівалентного опору, напруги, сил струму.

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте закон Ома для ділянки кола.
2. Яким чином обчислюється повний опір паралельно і послідовно з'єднаних резисторів?
3. На якому з двох послідовно з'єднаних резисторів з різним опором буде більший спад напруги?
4. На якому з двох паралельно з'єднаних резисторів з різним опором буде більший струм?

РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РОЗРОБЛЕНОЇ МЕТОДИКИ

Апробація розробленої методики відбулась під час проходження асистентсько-педагогічної практики в Міжгірському Ліцеї №1 в період з 6 лютого до 3 березня 2023 року. Хоча при проходженні практики, я була закріплена за 10-А класом, керівництво ліцею та вчитель фізики, надали мені можливість попрацювати також з учнями 11-А класу для проведення експериментальної перевірки мого магістерського дослідження.

В цей в період в ліцеї відбувалась змішана форма навчання, лабораторні роботи проводились, як онлайн так і офлайн, тому мені випала нагода застосувати свої розробки на практиці. Ми проводили Лабораторну роботу на тему: “Дослідження послідовного, паралельного та змішаного з’єднання резисторів” використовуючи віртуальну симуляцію Labster. Після проведення заняття учні цього класу пройшли опитування щодо того, яким способом краще зрозуміти дану тему традиційним чи з застосуванням STEAM- технологій. Проаналізуємо результати цього анкетування.

1. Яким способом краще проводити дану лабораторну роботу?

21 відповідь

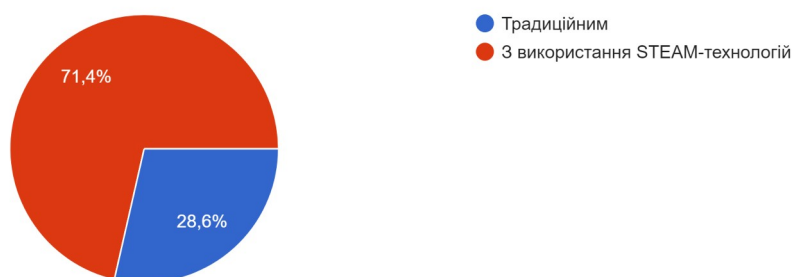


Рис. 3.1 Діаграма відповіді на перше запитання

На перше питання “Яким способом краще проводити дану лабораторну роботу?” з 21 учня, 15 учнів відповіли “З використанням STEAM-технологій”

(у відсотковому співвідношенні 71.4%), 6 учнів відповіли “традиційний” (у відсотковому співвідношенні 28.6%). З цього можемо зробити висновок, що в більшості дітей переважає метод з використанням STEAM-технологій ніж традиційний метод, оскільки сучасні учні потребують сучасних підходів.

2. Важко орієнтуватись в віртуальній симуляції ?
21 відповідь

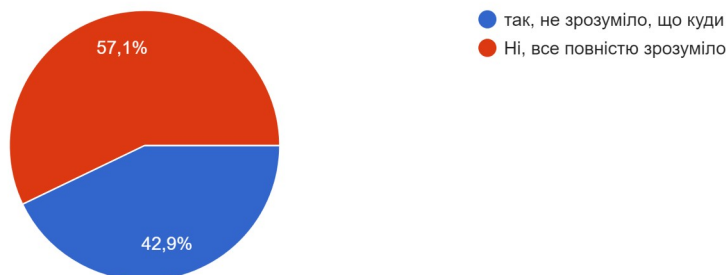


Рис. 3.2 Діаграма відповіді на друге запитання

На друге питання “Важко орієнтуватись в віртуальній симуляції?” з 21 учня, 9 відповіли “так, не зрозуміло, що куди” (у відсотковому співвідношенні 42.9%), інша частина це 12 з 21 відповіли “ні, все повністю зрозуміло” (у відсотковому співвідношенні 57.1%). З цього результату можемо зробити висновок, що все ж більшість учнів орієнтується, як саме правильно користуватись віртуальною симуляцією, отже ми бачимо, що інструкція до лабораторної працює.

3. Чи зрозуміли ви Закон Ома при виконанні роботи?
21 відповідь

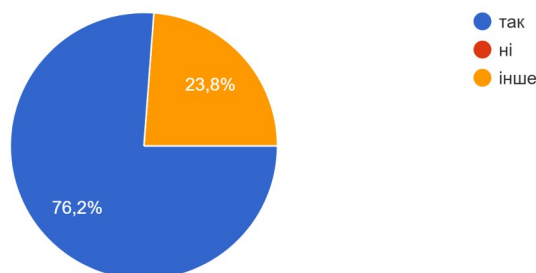


Рис. 3.3 Діаграма відповіді на третє запитання

На третє питання “Чи зрозуміли ви закон Ома при виконанні роботи?”, з 21 учня, 16 відповіли “так” (у відсотковому співвідношенні 76.2%), 6 відповіли “інше” (у відсотковому співвідношенні 23.8%). Цей результат свідчить про те, що більшість учнів на основі цієї роботи змогли зрозуміти Закон Ома, як саме він працює і про що він.

4. Які типи з'єднань використовувались?

21 відповідь

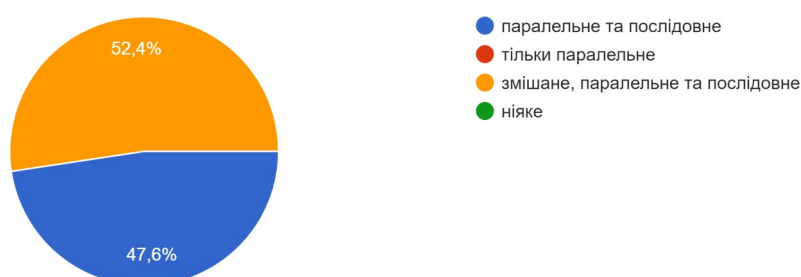


Рис. 3.4 Діаграма відповіді на четверте запитання

На четверте запитання “Які типи з'єднань використовувались?”, з 21 учня 11 відповіли “змішане, паралельне та послідовне” (у відсотковому співвідношенні 52.4%), а 10 учнів відповіли “паралельне та послідовне” (у відсотковому співвідношенні 47.6%). З цього можемо зробити висновок, що одне з головних цілей лабораторної досягнуто, більшість дітей, запам'ятали та зрозуміли змішане, паралельне та послідовне з'єднання.

5. Про, що йшлося в лабораторній роботі?
21 відповідь

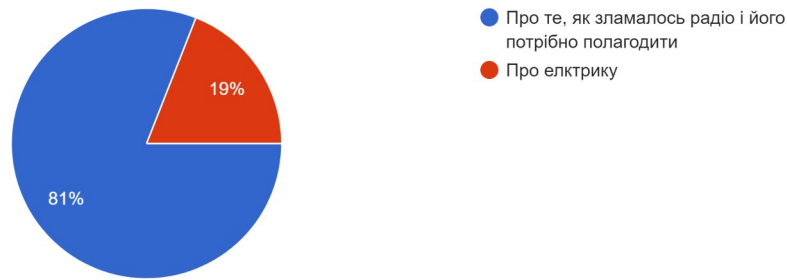


Рис. 3.5 Діаграма відповіді на п'яте запитання

На п'яте запитання “Про, що йшлося в лабораторній роботі?”, 21 учня 17 відповіли “Про те, як зламалось радіо і його потрібно полагодити” (у відсотковому співвідношенні 81%), а 4 учня відповіли “про електрику” (у відсотковому співвідношенні 19%). Цей результат призвів до того, що діти з користю провели час при виконанні роботи та вирішили головну проблему роботи, полагодивши радіо.

6. Чи вдалось вам зрозуміти, як працюють резистори, джерело струму, вольтметри в схемі електричного кола?
21 відповідь

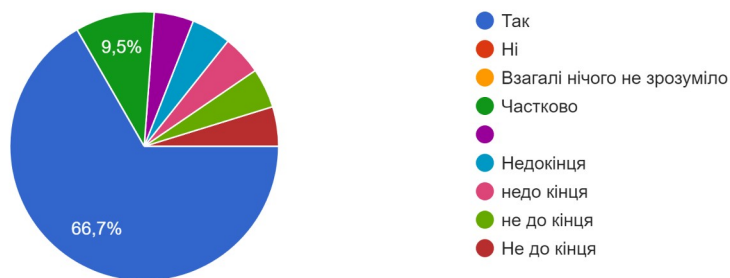
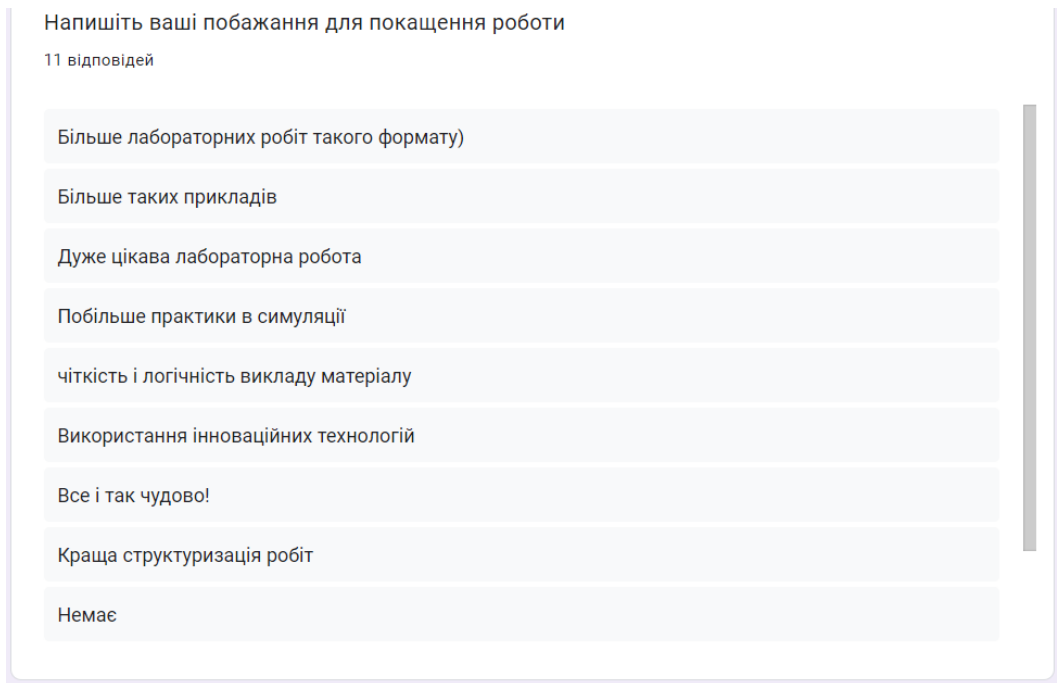


Рис. 3.6 Діаграма відповіді на шосте запитання

На шосте питання “Чи вдалось вам зрозуміти, як працюють резистори, джерело струму, вольтметри в схемі електричного кола?”, 21 учням 14 відповіли “так” (у відсотковому співвідношенні 66,7%), 2 відповіли “Частково” (у відсотковому співвідношенні 9,5%), та 5 учнів відповіли “недокінця” (у

відсотковому співвідношенні 23.8%). З отриманого результату робимо висновок, що більшість дітей зрозуміло, як саме працюють резистори, джерело струму, вольтметри.



Напишіть ваші побажання для покращення роботи

11 відповідей

- Більше лабораторних робіт такого формату)
- Більше таких прикладів
- Дуже цікава лабораторна робота
- Побільше практики в симуляції
- чіткість і логічність викладу матеріалу
- Використання інноваційних технологій
- Все і так чудово!
- Краща структуризація робіт
- Немає

Рис. 3.7 Відповідь на сьоме запитання

У відповіді на сьоме запитання “Напишіть ваші побажання для покращення роботи” в учнів було можливість дати розгорнуту відповідь. Варіанти відповідей, які вони запропонували додано на малюнку 3.7.

ВИСНОВОК

STEAM- новітній напрям в освітній системі багатьох країн, який передбачає інтеграцію природничо-математичних знань, спрямованість на наукові дослідження, науковий підхід у викладанні предметів.

Останні дослідження в напрямку Steam- показують, що основними принципами покращення якості освіти сьогодні:

- надихаюча вмотивованість здобувачів;
- провокація активного мислення;
- принцип конструювання знань, вмінь, навичок
- принцип інтеграції;
- принцип трансферу знань у реальні ситуації.

Найрезультативнішими методами для навчання STEM –предметів є: проектне навчання; проблемне навчання; навчання на основі запитів ситуативне моделювання; інженерне проектування; практико-зорієнтоване навчання.

В роботі з'ясовано, що предметна компетентність з фізики – це фундаментальна здатність індивіда, яка є ознакою високого рівня його навчальних здібностей співвідношення набутих фізичних знань з реальною ситуацією та здібностями знайти відповідну та успішну процедуру (метод) вирішення проблеми, що вироблені під час вивчення фізики як навчальна дисципліна.

В сучасному навчальному процесі формування предметної компетентності здійснюється через використання STEM-методів, які є цікаві, надихаючі, практичні, затребувані.

Серед різноманіття методів досліджено можливості лабораторних робіт для формування предметної компетентності у віртуальному середовищі Labster.

Описано техніку використання середовища та розроблені інструкції для виконання ряду лабораторних робіт в середовищі.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Інтернет ресурс 1. Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/361873491_Educational_direction_of_STEM_in_the_system_of_realization_of_blended_teaching_of_physics
2. Віртуальна симуляція. Режим доступу: <https://my.labster.com/login?redirect=/course/63d67b095147dea9137cbd14/assignments>
3. Інтернет ресурс 2. Режим доступу:
<https://www.futurelearn.com/info/blog/effectively-teach-stem-subjects>
4. Постанова КМ. Режим доступу:
<https://ips.ligazakon.net/document/TM041858>
5. Інтернет ресурс 3. Режим доступу:
<file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/s41599-023-01946-x.pdf>
6. Інтернет ресурс 4. Режим доступу:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2021.684265/full>
7. Інститут Модернізації Змісту Освіти – «STEM-освіта». Режим доступу:
<https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
8. Інтернет ресурс 5. Режим доступу:
<https://medium.com/@relearnNG/effective-teaching-methods-for-stem-education-69f92bb8c6ef>
9. Інтернет ресурс 6. Режим доступу:
<https://medium.com/@relearnNG/effective-teaching-methods-for-stem-education-69f92bb8c6ef>
10. Когнітивна теорія розвитку Жана Піаже. Режим доступу:
<http://um.co.ua/9/9-8/9-80250.html>
11. Козіцька Т. - STEAM-урок: «Чи може одна людина змінити щось у світі?». Режим доступу: <https://naurok.com.ua/steam-urok-chi-mozhe-odna-lyudina-zminiti-schos-u-sviti-222408.html>
12. Luo, T., Wang, J., Liu, X., and Zhou, J. (2019). Development and Application of a Scale to Measure Students' STEM Continuing Motivation. *Int. J. Sci. Edu.* 41 (14), 1885–1904. doi:10.1080/09500693.2019.1647472
13. Marbach-Ad, G., Hunt, C., and Thompson, KV (2019). Дослідження

- цінностей, які студенти надають міждисциплінарним навичкам, необхідним для роботи: аналіз п'яти дисциплін STEM. *J. Sci. Навч. технол.* 28 (5), 452–469. doi:10.1007/s10956-019-09778-8
14. Маковська Л. І. - Стаття "Застосування STEM технологій при вивченні іноземної мови". Режим доступу: <https://naurok.com.ua/stattya-zastosuvannya-stem-tehnologiy-pri-vivchenni-inozemno-movi-138200.html>
 15. Пірус В. М. – «Методична розробка STEAM - уроку на тему : «Визначення прискорення тіла під час прямолінійного рівноприскореного руху». Режим доступу: <https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-steam---uroku-na-temu-viznachennya-priskorennya-tila-pid-chas-pryamoliniynogo-rivnoprisk-115907.html>
 16. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ РОЗПОРЯДЖЕННЯ від 5 серпня 2020 р. № 960-р Київ. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
 17. Проєкт концепцій STEAM-освіти в Україні. Режим доступу: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf
 18. Рибенчук І. І. - STEM-квест « З Україною в серці! ». Режим доступу: <https://naurok.com.ua/stem-kvest-z-ukra-noyu-v-serci-248565.html>
 19. Лабораторні роботи. Резим доступу : <https://osvita.ua/school/method/technol/724/>
 20. Шелестюк А. О. - Конспект STEM - уроку на тему « Застосування засобів геометрії для підвищення енергоефективності будинків ». Режим доступу: <https://naurok.com.ua/konspekt-stem---uroku-na-temu-zastosuvannya-zasobiv-geometri-dlya-pidvischennya-energoefektivnosti-budinkiv-rozv-yazuvannya-zadach-na-obchislennya-ob-emiv-ta-plosch-poverhon-geome-164044.html>
 21. Шибка О. С. - Методичні рекомендації щодо створення позитивного психоемоційного середовища під час масових STEM-заходів. Режим доступу: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-schodo-stvorennya-pozitivnogo-psihoemociynogo-seredovischa-pid-chas-masovih-stem-zahodiv-dosvid-roboti-misko-stanci-yunih-tehnikiv-dnipra-188422.html>
 22. Шумейко О. Г. - STEM - майданчик «Чарівний світ звуків». Режим

доступу: <https://naurok.com.ua/stem---maydanchik-charivniy-svit-zvukiv-184956.html>

23. Юрків Р.С. - «Стаття "Шкільна STEM і STEAM-освіта. Чому вона така популярна?"». Режим доступу: <https://naurok.com.ua/stattya-shkilna-stem-i-steam-osvita-chomu-vona-taka-populyarna-171479.html>
24. Платформа YouTube Електронний ресурс . Режим доступу: <https://m.youtube.com>
25. Оцінюване для навчання: формувальне оцінювання. Режим доступу: <https://www.futurelearn.com/experttracks/formative-assessment-for-learning>
26. Технологічні основи формулювання світогляду. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/228639906.pdf>