

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему: «РОЗРОБЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНИХ ФОРМ
ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З
КІНЕМАТИКИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ»**

Виконала студентка: 2 курсу, групи 8.0142-ф-з
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)
освітньої програми Середня освіта (Фізика)

Н. А. Циценко

(ініціали та прізвище)

завідувач кафедри загальної та
прикладної фізики, професор, доцент, доктор
педагогічних наук

Керівник

Андрєєв А. М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

завідувач кафедри дидактики та методики
навчання природничо-математичних дисциплін
КЗ «ЗОІППО» ЗОР, доцент, кандидат педагогічних
наук Васильченко Л. В.

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	12.06.2023	
2.	Збір вихідних даних	03.07.2023	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел	15.07.2023	
4.	Розробка першого та другого розділу	21.08.2023	
5.	Розробка третього розділу	18.09.2023	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	13.11.2023	
7.	Захист кваліфікаційної роботи	11.12.2023	

Студент _____
(підпис)Н. А. Циценко _____
(ініціали та прізвище)Керівник роботи _____
(підпис)А. М. Андрєєв _____
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____
(підпис)А. М. Андрєєв _____
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Розроблення дистанційних форм проведення фізичного експерименту з кінематики у шкільному курсі фізики»: с. 77, рис. 44, табл. 5, джерел 46.

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ФІЗИКИ, ДИСТАНЦІЙНА ФОРМА НАВЧАННЯ, ФІЗИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, ЕЛЕКТРОННІ СИМУЛЯТОРИ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ, КІНЕМАТИКА, ПІДГОТОВЧІ ВПРАВИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Мета роботи: обґрунтування методичних засад розроблення та проведення фізичного експерименту з кінематики у шкільному курсі фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці дистанційних форм проведення фізичного експерименту з кінематики, що ґрунтуються на ідеї використання програм – симуляторів фізичних процесів та побутового обладнання.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання цифрової лабораторії, побутового обладнання та симуляторів фізичних процесів можна використовувати в освітньому процесі з фізики під час виконання експериментальних досліджень (зокрема, за дистанційної форми навчання). Це дозволить сформувати стійкий пізнавальний інтерес у вивченні предмету, сформувати глибокі знання з фізики, розвинути вміння і навички застосовувати набуті знання на практиці.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Creating a remote form of conducting a physical experiment of kinematics in a school physics course»: pages 77, figures 44, tables 5, references 46.

LABORATORY WORKS IN PHYSICS, DISTANCE FORM OF EDUCATION, PHYSICAL EXPERIMENT, ELECTRONIC SIMULATORS OF PHYSICAL PROCESSES, KINEMATICS, PREPARATORY EXERCISES FOR LABORATORY WORKS IN PHYSICS.

The object of study is an educational process in physics in general secondary education.

The aim of the work is substantiating the methodological principles of developing and conducting a physical experiment on kinematics in the school course of physics in institutions of general secondary education under the distance form of education.

Research methods are analytical, empirical, experimental.

The scientific novelty of the obtained results is the development of remote forms of conducting a physical experiment on kinematics, which are based on the idea of using simulator programs of physical processes and household equipment.

The practical value of the research is determined by the fact that the developed methodological principles of using a digital laboratory, household equipment and simulators of physical processes can be used in the educational process of physics during experimental research (in particular, in the distance education). It will allow to form a stable cognitive interest in the study of the subject, to give in – depth knowledge of physics, to develop skills and abilities to apply the acquired knowledge in practice.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Сучасні підходи до дистанційного проведення фізичного експерименту у закладах загальної середньої освіти.....	9
1.1 Фізичний експеримент як важлива складова навчального процесу у шкільному курсі фізики.....	10
1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу.....	14
1.3 Проблемні питання у розробленні дистанційних форм фізичного експерименту у шкільному курсі фізики.....	20
2 Методичні підходи до проведення фізичного експерименту з кінематики у шкільному курсі фізики в умовах дистанційної форми навчання.....	27
2.1 Місце кінематики у шкільному курсі фізики.....	27
2.2 Використання побутового обладнання для проведення фізичного експерименту з кінематики.....	29
2.3 Використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з кінематики.....	34
3 Експериментальна перевірка результатів дослідження.....	54
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту.....	54
3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	59
Висновки.....	68
Перелік посилань.....	70
Додатки.....	75
Додаток А Підготовчий етап до виконання лабораторних робіт у 10 класі з тем «Вивчення руху тіла по колу» та «Визначення прискорення тіла під час рівноприскореного прямолінійного руху».....	75

ВСТУП

Навчання учнів відповідно до потреб сучасного освітнього процесу вимагає широкого запровадження педагогічних й інформаційно – комунікаційних технологій, застосування яких сприятиме підвищенню навчально – пізнавальної активності учнів, формуванню інформаційної культури і суттєвому поліпшенню їхньої підготовки. Експеримент є основою фізичної освіти, і на нього не може не вплинути процес інформатизації освіти. У зв'язку з цим досить актуальним є проведення домашніх експериментів за допомогою побутового обладнання та застосування цифрових технологій в експериментальній і дослідницькій діяльності учнів. Учні зможуть поглиблювати свої знання з певного розділу фізики, розвивати логічне мислення, використовувати свої знання на практиці та розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту. Отже, актуальною проблемою є проведення фізичного експерименту у шкільному курсі фізики, зокрема з кінематики за дистанційної форми навчання.

Основу дослідження склала *гіпотеза*: інтеграція реального фізичного експерименту і сучасних технологій з використанням комп'ютерно – орієнтованого засобу навчання сприятимуть активізації в учнів прагнення до дослідницької діяльності і формуванню їх експериментаторських вмінь. Використання такого підходу для вивчення кінематики розділу механіки, дозволить учням розширити можливість виду наочності, а сучасне програмне забезпечення автоматизує збір, обробку та систематизацію даних, що з економить час і сили. У цілому це дозволяє зосередити їхню увагу на фізичній суті досліджуваного явища.

Метою роботи є обґрунтування методичних засад проведення фізичного експерименту з кінематики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Для досягнення зазначеної мети поставлено такі *завдання*:

1. З'ясувати сучасні підходи до проведення фізичного експерименту у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.
2. Виокремити педагогічну цінність використання віртуальних комплексів для проведення фізичного експерименту.
3. Розробити методичні засади використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з кінематики.
4. Впровадити в освітній процес з фізики запропоновані методичні засади і перевірити їх ефективність.

Об'єкт дослідження: освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження: методичні засади проведення фізичного експерименту з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці дистанційних форм проведення фізичного експерименту з кінематики, що ґрунтуються на ідеї використання програм – симуляторів фізичних процесів та побутового обладнання.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання цифрової лабораторії, побутового обладнання та симуляторів фізичних процесів можна використовувати в освітньому процесі з фізики під час виконання експериментальних досліджень (зокрема, за дистанційної форми навчання). Це дозволить сформувати стійкий пізнавальний інтерес у вивченні предмету, сформувати глибокі знання з фізики, розвинути вміння і навички застосовувати набуті знання на практиці.

Результати дослідження були апробовані на науково – методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол № 4 від 25.11.2023).

Кваліфікаційна робота магістра містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (46джерел), додатки (додаток А), 44 рисунків, 5 таблиць.

1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ДИСТАНЦІЙНОГО ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Досліди в шкільному курсі фізики є відображенням наукових методів дослідження, притаманних фізиці.

Сучасний підхід до ефективного проведення фізичного експерименту відбувається у поєднанні реальних і віртуальних дослідів з використанням нових технологій навчання для формування ключових і предметних компетентностей учнів. Проведення експериментів і спостережень має вирішальне значення для ознайомлення учнів зі змістом експериментальних методів та їхньою роллю в наукових дослідженнях з фізики, а також для розвитку їх практичних навичок. Тільки вміле групування комп'ютерних технологій і традиційних стилів викладання фізики можуть дати бажаний результат, високий рівень закріплення знань з фізики та розуміння їх практичного застосування. Вивчення явищ на основі фізичного експерименту сприятиме формуванню наукового світогляду учнів, поглибленому закріпленню фізичних законів та підвищує зацікавленість школярів до вивчення фізики.

Загальновідомо, що викладення курсу фізики в школі повинно ґрунтуватися на експерименті. Це пов'язано тим, що основні етапи формування фізичних визначень – спостереження явища, встановлення його зв'язків з іншими явищами та введення величин, що його характеризувати, не можуть бути ефективними без використання фізичних дослідів.

Використання реальних та віртуальних фізичних експериментів активізують пізнавальну діяльність учнів, оскільки лише їх поєднання приносить бажаний результат. Тому одним з головних завдань вчителя фізики є пошук оптимальних підходів до інтегрування реальних і віртуальних експериментів, що сприятимуть наочності й доступності сприйняття матеріалу.

1.1 Фізичний експеримент як важлива складова навчального процесу у шкільному курсі фізики

Фізика – наука експериментальна. Через тісний зв'язок між фізикою – наукою і фізикою – навчальним предметом, існує послідовність у формуванні нових для учнів фізичних понять які передбачають засвоєнню не тільки теоретичних знань, а й набуття дослідницьких навичок, досвіду самостійної експериментальної діяльності, що забезпечує вміння самостійно розв'язувати різні проблеми природничого змісту. Ці вимоги відображені у Державному стандарті базової і повної середньої освіти [1].

Фізичний експеримент посідає вагоме місце у курсі вивчення даного предмета, водночас є головним засобом наочності у вивченні фізики, сприяючи розвитку практичних вмінь та навичок, дозволяє виділити й продемонструвати учням властивості фізичних об'єктів, які вони вивчають. Таким чином у процесі навчання фізики навчальний експеримент виконує функції джерела знань і засобів наочності.

Експеримент – один з основних методів наукового дослідження, в якому вивчення явищ відбувається за допомогою доцільно вибраних або штучно створених умов, спроба здійснити щось яким-небудь способом [2].

Правильно організований експеримент служить засобом виховання таких рис характеру особистості, як наполегливість, в досягненні поставленої мети, старанність в одержанні фактів, акуратність в роботі, вміння спостерігати, виділяти суттєві ознаки.

Фізичний експеримент широко застосовують в навчальному процесі для організації спостереження фізичного явища, якісного чи кількісного вивчення методу дослідження, вступу до теорії, підтвердження висновків теорії, ілюстрації застосування фізичних законів на практиці.

Як метод навчання експеримент використовується для реалізації таких дидактичних цілей [3]:

- постановка навчальної проблеми, яка потребує розв'язання;

- повідомлення нових знань;
- ілюстрація повідомлених учнем фактів;
- формування практичних умінь і навичок;
- перевірка якості засвоєння знань, умінь і навичок;
- повторення, закріплення та узагальнення матеріалу;
- розвиток творчих здібностей учнів.

Залежно від обраного підходу до організації діяльності учнів з вивчення навчального матеріалу експеримент може виступати в двох аспектах: дедуктивному та індуктивному. При дедуктивному підході він здебільшого виступає як критерій істини, підтверджує висновки, одержані шляхом теоретичних міркувань. При індуктивному підході експеримент є основним джерелом знань.

Можна виділити наступні етапи при викладі матеріалу індуктивним підходом [3]:

- постановка задачі (проблеми), що вимагає експериментального розв'язання;
- з'ясування елементів знань, які передбачається одержати експериментально (але не повідомлення самих знань);
- проектування експерименту (визначення блок – схеми установки, виконання її креслення, малюнка);
- складання установки на очах учнів. При цьому проводиться співвіднесення креслення, схеми з елементами установки. Іноді частину установки (окремі блоки) збирають завчасно, і тільки в рідких випадках установка може бути зібрана заздалегідь. Однак, у будь – якому варіанті прилади виставляють на демонстраційний стіл тільки на час демонстрації досліду;
- пояснення установки, з'ясування призначення окремих приладів і блоків, функціональних залежностей між елементами установки;
- демонстрація явища чи процесу, що супроводжується поясненням того, що і як спостерігати, на що акцентувати увагу (в процесі демонстрації

учні самостійно повинні помітити необхідне, в ході чого зроблять відповідні висновки);

- словесна, графічна чи таблична фіксація одержаних експериментальних даних;
- організація роботи з учнями з виділення нових знань, отриманих у результаті постановки досліду, через порівняння, рахування, узагальнення.

За дедуктивного викладу матеріалу змінюються 1, 2 і 8 – й етапи [3]:

- на першому етапі визначають, які наслідки з теорії можна перевірити експериментально;
- на другому етапі з'ясовують, які елементи теоретично одержаних знань мають бути підтверджені експериментально;
- на останньому етапі діяльність учнів спрямовується на виділення тих фактів, що підтверджують висновки теорії її були отримані в результаті виконання досліду.

Найбільш ефективним є евристичний метод вивчення матеріалу, коли значну частину необхідних висновків учні роблять самостійно, використовуючи дані навчального експерименту (демонстраційного, фронтального, лабораторного експериментальних задач, тощо), хоч цей метод і потребує додаткового часу.

У процесі розвитку методики навчання фізики шкільний фізичний експеримент з окремих дослідів перетворився у струнку систему, яка охоплює такі його види [3]:

1. Демонстраційні досліди до різних тем шкільного курсу фізики, виконувані вчителем.
2. Фронтальні лабораторні роботи й фронтальні досліди.
3. Роботи фізичного практикуму.
4. Експериментальні задачі.
5. Позакласні (домашні) досліди.
6. Віртуальні лабораторні роботи й модельні дослідження з використанням комп'ютерних програмних педагогічних засобів.

Обов'язковою вимогою до проведення шкільного експерименту є дотримання правил безпеки праці. Для ефективності і продуктивності мають виконуватись наступні умови:

- достатнє забезпечення обладнанням кабінетів фізики;
- організація невеликих учнівських груп для забезпечення контролю викладачем за діяльністю школярів та дотриманням безпеки життєдіяльності;
- залучення предметів, що належать до оточуючого світу учнів: предметів побуту, спортивного інвентарю, деяких саморобних пристроїв тощо;
- використання комп'ютерних та вимірювальних приладів, що включають сучасні технології;
- зручне та безпечне розташування робочої зони та зони для проведення дослідів і експериментів.

Отже, фізичні експерименти відіграють значну роль у процесі вивчення фізики, а саме:

- підвищують мотивацію до навчально – пізнавальної діяльності учнів;
- сприяють формуванню наукового світогляду, розвитку критичного мислення;
- розвивають вміння подавати отриману інформацію у відповідних словесних, графічних та математичних термінах;
- дозволяють оволодіти навичками роботи з вимірювальними приладами, установками, фізичним обладнанням як засобами експериментального пізнання;
- розвивають вміння формулювати висновки, умовиводи, презентувати результати досліджень, вміння доводити свою думку;
- формують здатність розпізнавати ті питання, які можна дослідити за допомогою експерименту, а також самостійно здійснювати пошук і підбір проблемних завдань;
- дають змогу використовувати отримані знання у повсякденному житті та природокористуванні.

Шкільна система навчального експерименту досить різноманітна, що дозволяє обирати найбільш раціональний вид для кожного з уроків. Наразі шкільна система фізичного експерименту, заснована на ідеї поступового підвищення самостійності учнів у процесі оволодіння знаннями.

1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу

За останні два десятиліття, відбувається процес переходу від традиційного навчання до комп'ютерних технологій. Це стало можливим з розвитком мережі Інтернет. Сучасні інформаційні технології дозволили збільшити та покращити ефективність навчального процесу.

Насамперед, дистанційна освіта – це відкрита система навчання, в якій вчителі та учні активно спілкуються використовуючи сучасні технології та мультимедіа.

Однак новий час приніс нові виклики освітній системі. Так, у зв'язку із пандемією COVID – 19, весь світ, в тому числі й Україна [4], був змушений прийняти певні зміни та обмеження задля збереження життя і здоров'я людей. Пандемія та запровадження суворих карантинних обмежень не оминула й сферу освіти. Навчальні заклади були змушені шукати альтернативи очному навчанню, щоб в учнів була змога продовжувати навчання і таким варіантом стала дистанційна освіта. Сьогодні в умовах воєнного стану дистанційне навчання вирішує багато викликів, яких зазнала освіта в Україні. Водночас дистанційна освіта потребує спільних зусиль батьків, учнів та вчителів, а також підтримки з боку держави для досягнення необхідних результатів навчання.

За концепцією розвитку дистанційної освіти в Україні, дистанційна освіта – це форма навчання, рівноцінна з очною, вечірнього, заочною та екстернатом, що реалізується, в основному, за технологіями дистанційного навчання [5].

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України дистанційне навчання – організація освітнього процесу в умовах віддаленості один від одного його учасників та їх як правило опосередкованої взаємодії в освітньому середовищі, яке функціонує на базі сучасних, інформаційно – комунікаційних технологій [6].

Така форма здобуття освіти має безперечний ряд переваг:

- залучення до навчального процесу учнів, які з різних обставин не мають змоги відвідувати заклад освіти;
- індивідуальний темп навчання;
- гнучкий графік навчання, адже дистанційним навчанням передбачені синхронний та асинхронний режими;
- мобільність (доступний спосіб зв'язку з викладачами у онлайн/офлайн режимі);
- доступ до різних платформ дистанційного навчання, широкий вибір необхідних комунікаційних онлайн – сервісів та інструментів.

Проте, українські освітяни зіткнулись і з певними перешкодами:

- недостатнє забезпечення технічними засобами зв'язку всіх учасників освітнього процесу через різні соціальні умови;
- низький рівень мотивації школярів до навчання, саморозвитку і самоорганізації;
- недостатній рівень володіння засобами дистанційного навчання, відсутність досвіду роботи з електронним освітнім середовищем;
- обмежений безпосередній контакт вчителів і учнівської спільноти;
- невдосконала єдина технологія переходу освітнього процесу у формат дистанційного навчання.

Не дивлячись на це, в Україні з'являється все більше приватних шкіл, які пропонують освітні послуги саме у форматі дистанційного навчання. Для державних закладів освіти були розроблені відповідні Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти [6] та посібник, що містить доцільні рекомендації для організації дистанційного навчання

підготовлена громадською організацією «Смарт освіта» й Міністерством освіти і науки, автори – Алевтина Лотоцька «Методичні рекомендації для початкової школи» та Оксана Пасічник «Методичні рекомендації для основної та старшої школи» за підтримки Міжнародного фонду «Відродження» у межах проекту «Організація дистанційного навчання в школі. Методичні рекомендації» [7]. Також розроблений курс Міністерством освіти і науки України спільно зі студією онлайн – освіти EdEra для вчителів та керівників шкіл про дистанційне навчання, який навчить [8]:

- організувати освітній процес, використовуючи технології дистанційного навчання;
- застосовувати різновиди дистанційного та змішаного форматів навчання;
- ознайомить із ключовими особливостями та інструментами кожного формату;
- надасть інформацію про успішні приклади застосування цих технологій в українських та іноземних закладах освіти.

Сьогодні дистанційне навчання в Україні може повноцінно розвиватися тільки за наявності таких його основних складових [9]:

- нормативно – правової бази;
- розробки критеріїв якості;
- навчальних закладів (шкіл, ліцеїв, коледжів, центрів, інститутів або університетів дистанційного навчання);
- контингенту учнів, студентів;
- кваліфікованих викладачів;
- навчальних програм і курсів;
- відповідної матеріально – технічної бази (апаратного і програмного забезпечення, високошвидкісних ліній зв'язку);
- фінансової підтримки.

Дистанційне навчання повинно здійснюватися із відповідністю вимогам безпечного освітнього середовища, що передбачає дотримання вимог

санітарного регламенту, захисту персональних даних, законодавства щодо кібербезпеки, недопущення проявів булінгу (цькування), бути вільним від пропаганди та агітації.

Щоб якісно скоординувати роботу, варто забезпечити взаємодію між всіма учасниками освітнього процесу. Запорукою успішної співпраці шкільної адміністрації, вчителів, учнів та батьків стане правильно побудована комунікація. Оперативне інформування про зміни в освітньому процесі надасть його учасникам чітке розуміння ситуації і знизить рівень непорозуміння.

Одним із завдань комунікаційних систем є створення освітнього онлайн – простору. Цей простір має забезпечувати такі функції [8]:

1. Проведення онлайн – уроків.
2. Доступ до навчальних матеріалів.
3. Отримання робіт учнів.
4. Оцінювання та зворотний зв'язок.
5. Можливість комунікувати поза межами онлайн – уроку.

Налагоджена взаємодія, вірно обраний засіб зв'язку між учасниками навчального процесу, чіткі інструкції для батьків та учнів є складовими ефективно організованого навчального процесу.

«Основним викликом дистанційного навчання для здобувачів базової освіти є велика кількість предметів, які викладають різні вчителі. Тому дуже важливо узгодити базові засади взаємодії, розробити розпорядок дня та скласти план виконання завдань із різних предметів, щоб уникнути перенавантаження учнів великою кількістю платформ і засобами навчання» [8].

Дистанційне навчання дає можливість поєднувати різні режими взаємодії: синхронний (перебування в електронному освітньому середовищі або спілкування за допомогою засобів аудіо, відео конференції) та асинхронний (самостійне опрацювання матеріалу із використанням доступної літератури та онлайн – ресурсів). Обирати варіант проведення заняття необхідно так, щоб не просто викладати лекційний матеріал, а з'ясувати, які складні і незрозумілі для учнів питання виникли під час опрацювання теми. Потрібно дотримуватись

допустимої тривалості навчальної діяльності упродовж навчального заняття. Надавати індивідуальні коментарі до виконаної роботи, це надає можливість повідомити школярам про успіхи засвоєння або ж помилковість певної навички. Відгуки мають бути позитивними та мотивувати до покращення результату, слід надавати конструктивну критику.

Виклики сучасного суспільства, зокрема воєнний стан в Україні, вносять свої корективи в систему дистанційної освіти. Під час онлайн – уроку потрібно привертати увагу учнів до заняття вправами, які виконуються у режимі реального часу, отримувати усні відповіді, короткі відповіді у чаті. Також усвідомлювати, що в умовах війни через дію стресу у дітей розумові процеси уповільнюються, раціональне сприйняття інформації вимикається, сприймається повільніше і гірше. Варто забезпечити збалансованість онлайн – уроків. Активні та інтерактивні методи є пріоритетом під час навчання.

Самостійне опанування учнями матеріалу під час дистанційного навчання завжди має свої особливості, а в умовах війни – тим паче. Тож краще розділити навчальний матеріал на логічні тематичні блоки, а також надавати дітям чіткі та зрозумілі інструкції щодо опанування кожного блоку, а також – критерії для само оцінювання. Результатами можуть бути таблиці, графіки, понятійні поля, тексти, інфографіки, малюнки, низка виконаних вправ тощо. Завдання можуть стосуватися як усього обсягу матеріалу, так і його частини. Усні традиційні завдання у цьому випадку є неефективними [10].

Співпраця педагогів із батьками – важлива складова успіху та якості дистанційного навчання. Втім варто пам'ятати, що співпраця не означає перекладання на батьків обов'язків із роз'яснення матеріалу чи виконання завдань. Тут важливою є роль вчителя. Батьки ж зі свого боку можуть мотивувати дітей, підтримувати їх та допомагати організувати самостійну роботу, створити умови для самоконтролю і самооцінюванню [7].

Організація якісної колективної дистанційної освіти в умовах воєнного стону – складний і надважкий процес. Однак кропітка систематична робота щодо впровадження й вдосконалення новітніх технологій дистанційного

навчання в освітній процес допоможе досягти позитивних та довгострокових результатів. Методика проведення дистанційних занять знаходиться у процесі розвитку та вдосконалення, а принципи дистанційного навчання та його особливості стали серйозними викликами для системи освіти в цілому.

Для освітян наразі створюються курси, тренінгові заняття, методичні рекомендації, детальні інструкції користування різними онлайн – платформами для впровадження і організації цієї форми навчання. Отже, нові виклики сьогодення мотивують вчителів, опановувати нові методики та педагогічні підходи у викладанні предмета, активно застосовувати електронні освітні ресурси у дистанційному форматі навчання.

1.3 Проблемні питання у розробленні дистанційних форм фізичного експерименту у шкільному курсі фізики

Опанування учнями навичок розв'язування пізнавальних задач способом фізичного експерименту, вміння застосовувати знання в практичній діяльності є одним з головних завдань фізики як навчального предмета. Набуття тільки теоретичних знань приводить до формалізму і механічного заучування матеріалу. В свою чергу виконання хоча б одного із виду проведення фізичного експерименту може вплинути на розуміння суті фізичних явищ та формулювання законів на основі дослідницької діяльності. Наразі експеримент можна розділити на реальний та віртуальний. Результати навчання дистанційних форм проведення фізичного експерименту школярі можуть опановувати завдяки виконанням віртуальних експериментів.

Такі експерименти включають в себе: висунення теоретичних гіпотез, що потребують практичного підтвердження, розробку методу дослідження, постановку експериментів, спостереження за його ходом, зняття фізичних параметрів, їх систематизацію, аналіз та узагальнення і формулювання висновків про виконану роботу. Завдяки своїй універсальності, віртуальні

експерименти можна використовувати на всіх етапах дослідження фізичного явища. Це відкриває нові та перспективні підходи до результатів навчання.

До складу Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо – математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів [11] включені Цифрові вимірювальні комп'ютерні комплекси, які мають забезпечити підвищення якості як процесу викладання, так і виконання практичних робіт з предметів природничої галузі.

Цифрові вимірювальні комп'ютерні комплекси дозволяють проводити демонстраційні й фронтальні лабораторні експерименти з використанням цифрових вимірювальних приладів – датчиків, які повністю відповідають даним вимогам освітнього стандарту і тенденціям сучасного світу, а також дає змогу поєднати натурний експеримент з можливостями сучасних комп'ютерних засобів. Використання цифрових датчиків надає можливості педагогам й учням проводити широкий спектр досліджень, демонстраційних і лабораторних робіт, а також здійснювати науково – дослідні проекти, що сприяють вирішенню міжпредметних задач. Експеримент при цьому стає [12]:

- інформаційно-насиченим, наочним і зрозумілим учням;
- одержані в процесі проведення експерименту результати вимірювань (у вигляді графіків і таблиць) відображаються на екрані комп'ютера;
- розширюється коло можливих самостійних експериментів творчого характер;
- формуються навички дослідницької діяльності.

Застосування цифрових технологій на уроках фізики сприяє підвищенню мотивації учнів, дозволяє демонструвати досліди, які неможливо провести в стінах фізичного кабінету. Націлене на:

- формування готовності учнів використовувати свої знання в реальних життєвих ситуаціях (вивчати реальний світ, моделюючи різні процеси);

- реалізацію завдань інтелектуально – спрямованої педагогіки як засоби розвитку і саморозвитку учнів в інформаційно – комунікаційних технологіях насиченого середовища;
- зміну способів взаємодії між школярами і педагогами в ході спільної урочної й позаурочної діяльності.

Для вчителя слід виділити основні переваги роботи з цифровим обладнаннями [12]: скорочення часу на підготовку і проведення лабораторних і практичних робіт з фізики (за умови наявності у вчителя достатнього досвіду роботи з цифровими пристроями), розширення спектра лабораторних і практичних робіт з різних тем як в рамках планування урочної так і позаурочної діяльності, можливість розробки авторських проектів лабораторних робіт і демонстраційних експериментів.

Для учнів: можливість розкриття творчого потенціалу в рамках уроків природничого циклу, а також в дослідницькій діяльності та можливість підвищення рівня знань в процесі активної діяльності в ході експериментально – дослідницької роботи на уроках фізики. Проте, які б можливості не надавав би комп'ютерний експеримент, замінити в повній мірі реальні дослідження він не в змозі. Адже набуття дослідницьких навичок, вміння працювати з фізичним обладнанням відбувається учнями саме в ході безпосередньої практичної діяльності.

Період карантинних обмежень виявився складним, а навчання у період війни в двічі тяжким, як для вчителів, так і для учнів. Постало нагальне питання у забезпеченні якісного навчання. В той час на допомогу учасникам освітнього процесу запрацювала платформа «Всеукраїнська школа онлайн» [13], яка транслювала уроки для учнів основної та старшої школи, зокрема і з фізики.

Найбільших освітніх втрат через неможливість відвідувати навчальні заклади освіти учні зазнали в частині вміння виконувати лабораторні роботи, планувати і проводити експерименти, користуватись вимірювальними приладами. Компенсація цих освітніх втрат учнів є актуальною проблемою у вивченні курсу фізики.

Фізичні експерименти дозволяють учням поглибити свої знання з окремих розділів фізики, здобути нові знання, ознайомитися з новітніми експериментальними методиками та розвинути логічне мислення. Це також важливо для освітнього процесу з точки зору підготовки учнів, навчаючи їх до самостійної роботи, та розвиток навичок лабораторної культури.

Фізичний експеримент класифікуються за різними ознаками [14]:

- за змістом – з механіки, молекулярної фізики, електродинаміки, оптики тощо;
- за методами виконання та обробки результатів – спостереження, якісні досліди, вимірювальні роботи, кількісні дослідження функціональних залежностей величин;
- за мірою самостійності під час виконання – перевірочні, евристичні, творчі;
- за дидактичною метою – вивчення нового, повторення, закріплення, спостереження і вивчення фізичних явищ, ознайомлення з фізичними приладами і вимірювання фізичних величин, ознайомлення з будовою і принципом дії фізичних приладів і технічних установок, виявлення чи перевірка кількісних закономірностей, визначення фізичних констант;
- за місцем у навчальному процесі – попередні, ілюстративні, підсумкові;
- за організаційною ознакою – фронтальні лабораторні роботи, фізичні практикуми, домашній експеримент.

Вчителі фізики, як і вчителі інших предметів природничого циклу, зіткнулись з проблемами забезпечення діяльнісного підходу [15]:

1. Пасивна участь школярів при перегляді готових відеоматеріалів з виконанням демонстраційних дослідів та експериментів.
2. Організація та контроль за виконанням лабораторних робіт та експериментів.
3. Оцінювання рівня оволодіння учнями експериментаторських вмінь.

Проведення демонстраційного експерименту при дистанційній формі організації занять компенсували записаними відеозаписами експериментів та дослідів, які здобувачі освіти переглядали в зручний час. Якщо вчитель має можливість провести заняття синхронно й має обладнання для демонстраційного експерименту, то демонстрацію проводили в режимі онлайн з використанням web – камери, документ – камери або камери смартфона.

При змішаній формі організації навчальних занять демонстраційний експеримент вчитель демонстрував синхронно або розміщував відеозапис експерименту на платформі дистанційного навчання закладу освіти для перегляду учнями у асинхронному режимі з подальшим обговоренням під час онлайн зустрічі [16].

Навчальний фізичний експеримент у форматі фронтальних лабораторних робіт та лабораторного практикуму проводився під час очного формату навчання. З цією метою вчитель вносив корективи у календарно – тематичне планування освітнього процесу з фізики розподіливши час проведення на ті дні, коли учні могли прийти безпосередньо до школи і виконати дослід з використанням лабораторного обладнання.

В умовах воєнного стану в Україні здобувачам освіти, що продовжують навчатись за дистанційним форматом можна запропонувати замість виконання лабораторної роботи виконати домашні досліді та експерименти в асинхронному режимі з подальшим оцінюванням й обговоренням під час синхронного спілкування з викладачем. Зазвичай під час цього виду діяльності виконуються нескладні досліді, для яких не потрібне спеціальне обладнання. До проведення таких експериментів висуваються наступні вимоги [16]:

- забезпечення безпеки;
- простота виконання;
- відсутність матеріальних витрат;
- звіт з виконаної діяльності;
- обговорення результатів.

Або можна використовувати різні платформи для проведення віртуальних лабораторних робіт. Це може доповнювати такий урок, але якими б технологічно досконаліми не були б віртуальні можливості, вони не можуть замінити самостійне експериментування та дослідження світу учнів.

Перевагами використання віртуальних комплексів для виконання фізичного експерименту є [15]:

- візуалізація складних та небезпечних дослідів, що потребують спеціального обладнання;
- доступність до віртуальних симуляторів за допомогою різних гаджетів;
- можливість уповільнити чи прискорити час демонстрації досліду;
- багаторазове проведення випробування із змінними параметрами, зберігання даних;
- забезпечення індивідуальних пошуково – дослідних робіт із зацікавленими учнями;
- підготовчий етап перед роботою з реальним фізичним обладнанням, створення схеми проведення лабораторного експерименту.

Аби забезпечити результативність виконання робіт вчителю спочатку треба освоїти даний онлайн – застосунок, детально розібратись із запропонованим інтерфейсом та можливостями, які надає віртуальний симулятор. Особливу увагу треба приділити створенню інструкції до виконання досліду, продумати забезпечення різноваріантності при виконанні експерименту, передбачити результати і висновки, які мають сформулювати учні після виконання роботи. Також вчителям необхідно розробити якісне інструктування та повний перелік необхідного обладнання. При виконанні дослідів у нагоді стає навіть смартфон. Цей пристрій може виконувати роль міні – лабораторії, адже має ряд вбудованих датчиків: датчик наближення, генератор звуку. Розроблені мобільні додатки, які при встановленні теж можуть виконувати певні вимірювальні процеси. Підтвердженням самостійного

виконання досліду може стати фото або відео – звіт. Так, учні розвивають експериментаторські вміння, самостійність та ініціативу.

Ще одним варіантом проведення дистанційного фізичного експерименту є застосування цифрових лабораторій. Цифрова лабораторія – це набір цифрової техніки, датчиків, симуляторів, програмних засобів необхідних для збирання, перегляду та опрацювання деяких явищ [17]. Проводити заняття з таким обладнанням можна різними способами. В першому випадку вчитель проводить урок з використанням цифрових датчиків (в синхронному режимі), детально коментуючи свої дії, і надсилає учням цифрові звіти. Школярі, в свою чергу, працюючи в асинхронному режимі виконують необхідні обчислення та формулюють висновки до роботи. В іншому випадку можна перетворити на проблемну ситуацію, до якої самі учні заздалегідь мають висунути гіпотезу та практичні шляхи її перевірки, відтак в лабораторії вчитель діятиме вже за спільно виробленим алгоритмом. В ході виконання роботи важливо акцентувати увагу дітей на закономірності та взаємозв'язки, які мають перевірятись, адже фактичні дані можна перевірити в протоколі дослідження [18]. Викладачу необхідно самому декілька разів виконати експеримент із змінними показниками. Але звичайно виникають труднощі такі як [19]:

- відсутність реальних фізичних приладів, обладнання, матеріалів;
- контроль за технікою безпеки під час виконання фізичного експерименту;
- дотримання санітарно – гігієнічних норм під час онлайн-заняття;
- якісне оформлення та перевірка виконаної роботи;
- наявність технічних складностей при проведенні уроків.

Отже, проводити заняття дистанційно і експериментувати можливо. Зараз ми маємо достатній вибір в організації експериментальних робіт, проте потрібна відповідна підготовка вчителів з комп'ютерної грамотності, що дозволить активно використовувати онлайн – застосунки, відкривати нові можливості освітнього онлайн – простору.

2 МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З КІНЕМАТИКИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

2.1 Місце кінематики у шкільному курсі фізики

Кінематика – розділ механіки, що вивчає способи опису руху матеріальних тіл без урахування їхньої маси, сил, які діють на них і причин виникнення руху [20]. Також механіка має другий розділ «Динаміка», в якому вивчаються причини виникнення механічного руху.

У розділі «Кінематика» розглядається механічний рух тіл без урахування їх взаємодії з іншими тілами. У змісті даної теми можна виділити три розділи: «Основні поняття кінематики», «Прямолінійний нерівномірний рух» та «Криволінійний рух». При вивченні першої частини розділу передбачається формування в школярів понять матеріальної точки, механічного руху, системи відліку. Уводяться фізичні величини, які характеризують механічний рух: шлях, траєкторія, переміщення, швидкість. Тут формулюється основна задача механіки та знаходиться її розв'язок для випадку прямолінійного рівномірного руху. У другій частині «Кінематики» вивчається прямолінійний нерівномірний рух, з'ясовується питання про швидкість при такому русі, вводяться поняття середньої та миттєвої швидкостей, прискорення, виводиться формула для знаходження переміщення при рівноприскореному русі. Як приклад рівноприскореного руху розглядається вільне падіння тіл та прискорення вільного падіння.

Завершується вивчення теми розглядом питання про криволінійний рух, в якому розглядаються питання про переміщення, швидкість та прискорення при такому русі. Як частинний випадок криволінійного руху вивчається рух по колу, вводиться поняття доцентрового прискорення, періоду та частоти обертання тіла, а також зв'язок між цими величинами.

Характерною особливістю розділу є те, що широке застосування графічного методу при з'ясуванні залежностей між фізичними величинами, які описують механічний рух.

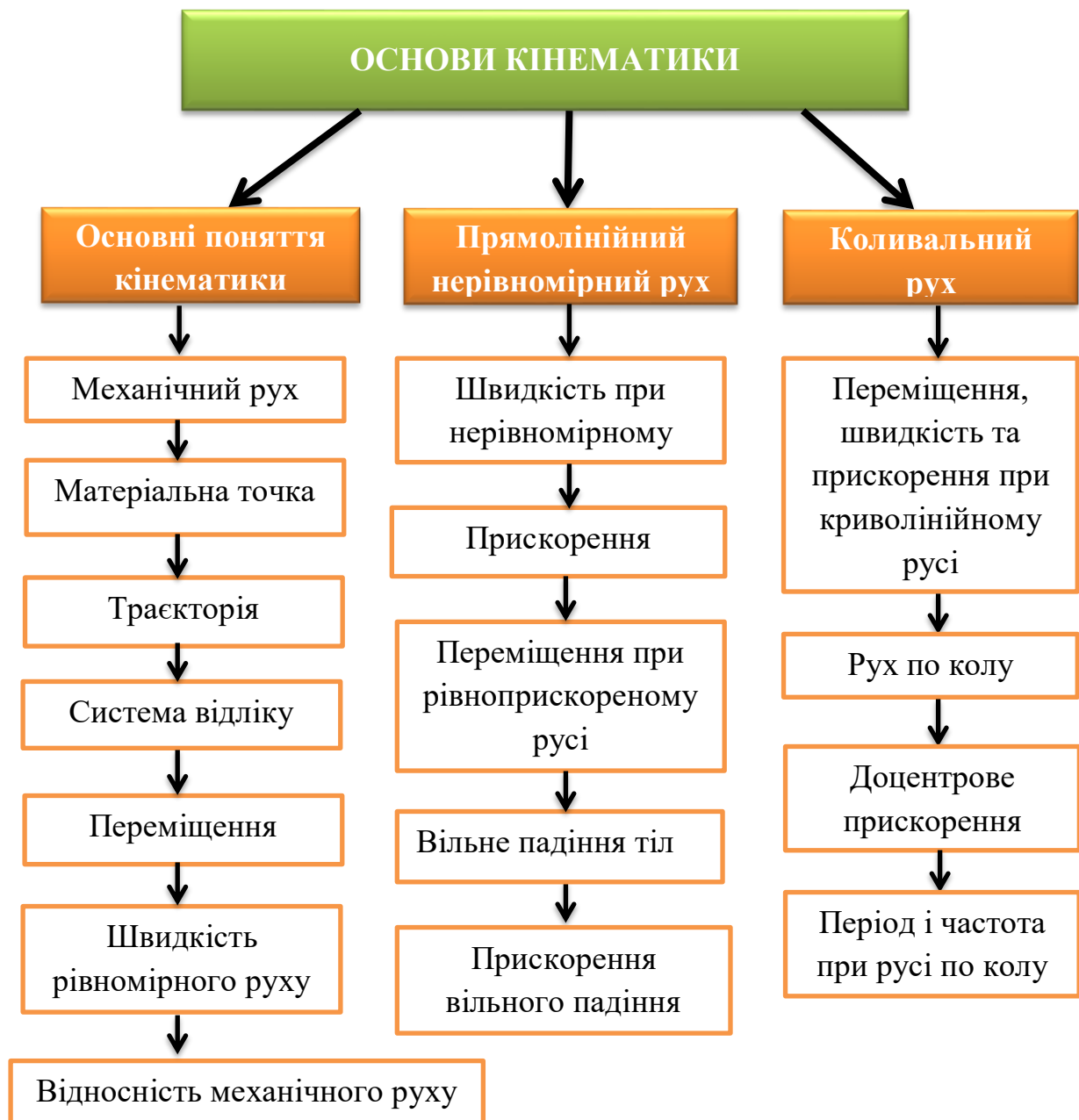


Рисунок 2.1 – Структурно – логічна послідовність теми

При організації навчального процесу вивчення розділу потрібно враховувати, що в курсі фізики основної школи учні вже вивчали механічний рух та деякі його характеристики, а глибоке розуміння кінематики необхідне як

для подальшого вивчення механіки, так і для вивчення наступних розділів фізики в старшій школі.

2.2 Використання побутового обладнання для проведення фізичного експерименту з кінематики

У час науково – технічного прогресу й переходу до нового змісту освіти помітно зростає роль експерименту у вивченні фізики, виконання демонстраційних, фронтальних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та фізичного практикуму, які сприяють глибшому й усебічному засвоєнню програмного матеріалу в навчальних закладах. При вивченні фізики важливі не тільки теоретичні знання, а й вміння використовувати їх на практиці, зокрема в нестандартних ситуаціях. Задовольнити цю потребу в умовах дистанційного навчання досить складно. Тут на допомогу приходять мультимедійна підтримка від авторів підручників, які пропонують відеоматеріал виконання дослідів, та віртуальні онлайн – лабораторії з симуляторами фізичних процесів. Проте діяльнісний підхід в даних умовах реалізовується неповною мірою. Тому актуальними стають домашні експерименти або лабораторні роботи, що проводяться за допомогою побутового обладнання.

Відомо, що учні міцно засвоюють те, що пройшло через їхню свідомість і вимагало від них значних зусиль. Проблема самостійності учнів під час вивчення не є новим для вчителів. Цьому питанню відводили значну роль педагоги всіх часів. Ця проблема є актуальною і зараз. Відомо, що ефективність засвоєння знань залежить від підключення до процесу пізнання різноманітних органів відчуттів людини та засновується на безпосередніх відчуттях, сприйманні, уявленнях при контакті з реальними предметами та явищами. Розвиток творчого мислення учнів, допитливості розуму, самостійності у судженнях, працелюбство та наполегливість у досягненні поставленої мети,

залучення їх до конструювання та винахідництва – важливе завдання, розв’язання якого допоможе дітям у особистісному розвитку.

Домашній експеримент – лабораторні роботи, які виконуються учнями вдома без безпосереднього контролю зі сторони вчителя за ходом роботи, але за його завданням. Цей вид лабораторних робіт має ряд переваг. По – перше, підвищення інтересу до вивчення фізики. По – друге, розвиток дослідницьких вмінь, генерування нових ідей, способів досягнення певних результатів. По – третє, розвиток вміння спостерігати та пояснювати процес виконання роботи, глибоке розуміння суті фізичних явищ, застосування знань в життєвих ситуаціях.

Варто зазначити, що такі експерименти повинні передбачати використання побутових та нескладних саморобних приладів, а також матеріалів, які є вдома в кожного учня. Виконання цих завдань не повинне створювати ситуацій, які можуть загрожувати життю та здоров’ю дитини, тобто мають бути безпечними у виконанні.

Розглянемо, як можна виконати лабораторну роботу у 10 – му класі з кінематики за допомогою побутового обладнання.

Лабораторна робота.

Тема: Вивчення руху тіла по колу.

Мета: визначити характеристики рівномірного руху кульки по колу: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення.

Обладнання: пластикова кулька або інше невелике тіло (гудзик, ключ, тягарець тощо), яке можна легко закріпити на нитці, нитка завдовжки 50 – 60 см, аркуш паперу, циркуль, секундомір, лінійка.



Рисунок 2.2 – Обладнання лабораторної роботи з вивчення руху тіла по колу

1. За допомогою циркуля намалуйте на аркуші концентричні кола радіусами 5, 8, 10 см. (рис. 2.3).

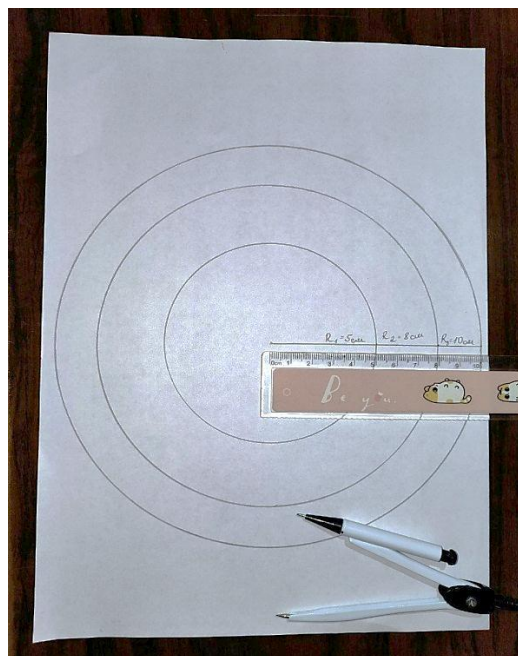


Рисунок 2.3 – Кола з радіусами 5, 8, 10 см

2. Прикріпіть кульку (або інше невелике тіло) до нитки. На вільному кінці нитки зробіть петлю, за яку ви будете тримати нитку, обертаючи тіло в горизонтальній площині (рис. 2.4).

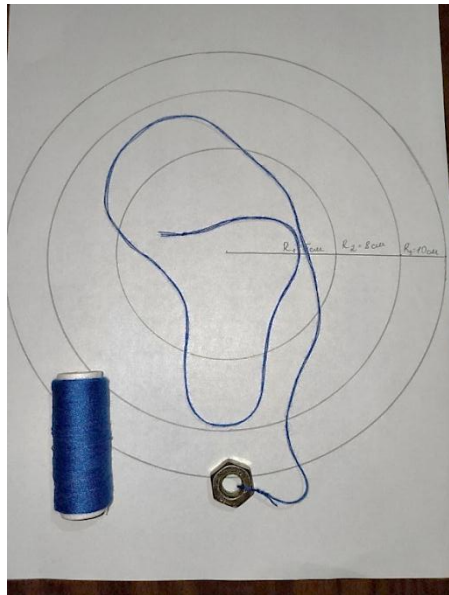


Рисунок 2.4 – Невелике тіло прикріплене до нитки

Експеримент. Дотримуйтесь інструкції з техніки безпеки. Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. Візьміть за петлю нитку з тілом. Розташуйте руку над центром зображеного кола. Не змінюючи положення руки, примусьте тіло рухатися так, щоб траєкторія руху кульки якомога точніше повторювала одне з кіл, зображених на папері (рис. 2.5). Намагайтеся не змінювати швидкість руху тіла в усіх дослідах.

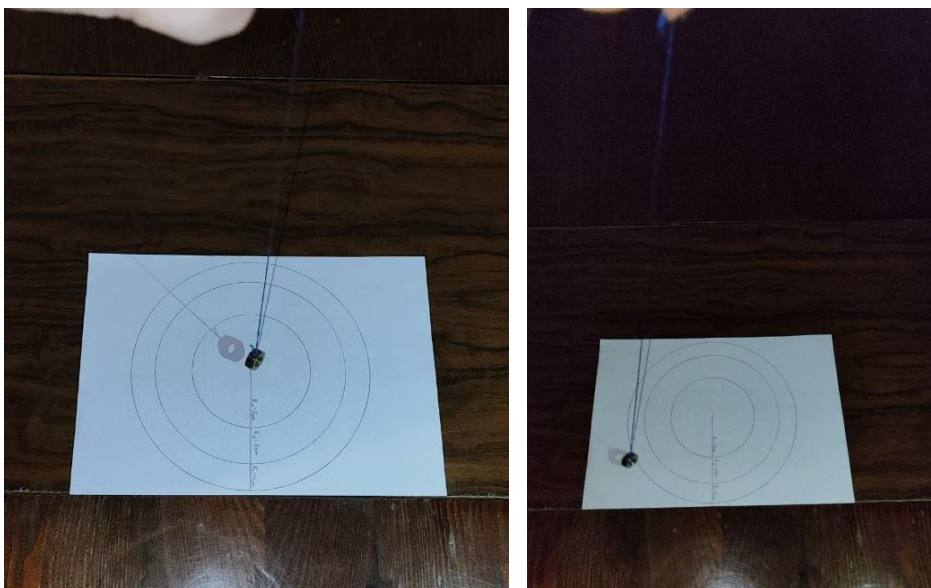


Рисунок 2.5 – Рух тіла по траєкторії

2. Виміряйте інтервал часу t , за який тіло здійснить 10 повних обертів.
3. Проведіть аналогічний дослід для решти кіл.
4. Результати вимірювань занесіть до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Дослідження руху тіла по колу

№	Радіус кола $r, \text{м}$	К – ть обертів N	Час руху $t, \text{с}$	Період обертання $T, \text{с}$	Обертова частота $n, \text{с}^{-1}$	Лінійна швидкість $v, \text{м/с}$	Доцентрове прискорення $a_{\text{дц}}, \text{м/с}^2$
1							
2							
3							

Опрацювання результатів експерименту

1. Для кожного дослідження визначте період обертання T , обертову частоту n , лінійну швидкість v руху тіла:

$$T = \frac{t}{N}, \quad n = \frac{N}{t}, \quad v = \frac{2\pi r}{T}.$$

2. Для кожного дослідження визначте модуль доцентрового прискорення тіла:

$$a_{\text{дц}} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}.$$

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

Аналіз експерименту та його результатів. Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте:

1. Фізичні величини, які ви визначали.
2. Чи впливає і якщо впливає, то як саме впливає радіус обертання на: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення.
3. Які чинники вплинули на точність одержаних результатів.

Даний вид лабораторних робіт можна використовувати як навчальний проєкт. Проте вчителям слід враховувати, що має бути складена детальна інструкція, підкріплена наочністю, стосовно виконання досліду, виготовлення лабораторного обладнання з побутових речей та варто забезпечити зворотний зв'язок, що допоможе успішному проведенню досліду. Також обов'язково провести необхідні інструктажі з техніки безпеки.

Отже, проведення лабораторних робіт в домашніх умовах сприяє розвитку експериментаторських вмінь учнів, умінню знаходити застосування побутовим речам в ході експериментальних робіт, пов'язувати набуті знання з життєвим досвідом.

2.3 Використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з кінематики

Ще до початку дистанційного та змішаного форматів навчання українські вчителі використовували цифрові додатки, віртуальні лабораторії та симулятори фізичних процесів. Під час підготовки до уроку, вчитель має вирішити, яким застосунком він скористається. Адже кожен з них має свою специфіку роботи та функціональність. Проте не кожен з них є безкоштовним та широкодоступним. Тому педагогам доводиться в більшості випадків користуватись готовими віртуальними моделями, які мають високий рівень інтерактивності. Скористатись ними можна в мережі Інтернет. Ці моделі дозволяють працювати на різних рівнях: від суто демонстраційних моделей, які можна спостерігати на екрані комп'ютера, до моделей, де кожен з учасників може змінювати більшість параметрів, мати більший вплив на явища і процеси [21]. Розглянемо детальніше поняття «симуляції». Тлумачення цього слова подається по – різному:

- імітація певної реальної речі, ситуації чи процесу [22];
- імітація роботи реального процесу або системи з плином часу [23];

- процес розробки моделі реальної чи уявної системи і проведення експериментів з моделлю [24].

Отже, симуляції – це імітація (моделювання) у віртуальному просторі фізичних явищ, що надає можливість спостерігачеві відтворити та зафіксувати результати експериментів, які з певних причин не можуть бути проведені в реальному часі. Як зазначає А. О. Юрченко, віртуальні симулятори – це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленому комп'ютером засобі. Це так званий тренажер – інструмент, що імітує експерименти, демонстрації чи процеси [25].

Розвиток безпечного експериментального середовища в умовах дистанційного навчального процесу пов'язаний з виробленням нових стратегій організації навчання на основі сучасних концепцій особистісно – орієнтованої освіти, та удосконалення засобів навчальної діяльності для збільшення компоненти самостійної навчальної дослідницької діяльності в Інтернет – просторі. Н. В Дементієвська вказує, що важливими моментами онлайн моделювання є [21]:

- безкоштовне та доступне користування матеріалами для усіх учасників навчального процесу;
- наочне представлення процесів і явищ, які неможливо відтворити в умовах шкільного експерименту;
- організація різних форм взаємодії учнів (індивідуальної, парної, групової);
- постійне оновлення та вдосконалення підготовчого матеріалу.

Варто зауважити, що симуляції є безпечними у використанні та створені на основі наукових педагогічних робіт і спонукають учнів до навчальних досліджень і експериментування, учні можуть впливати на хід експерименту, задавати певні параметри, змінювати умови його проведення, використовуючи інтуїцію в середовищі, подібному до гри. Проте, лише гри та споглядання під час роботи з комп'ютерним імітуванням, буде недостатньо для опанування

необхідних знань і навичок, глибокого розуміння суті процесів, що демонструються.

Перед використанням симуляцій вчителю слід сформулювати завдання (розробити інструкцію), визначити з учнями основні ознаки, характеристику реальних явищ і процесів, покладених в основу моделі. Важливо приділяти увагу обговоренню того, що відбувається на екрані, забезпечити розуміння учнями ролі моделей і їх призначення. Підбиваючи підсумки, слід проаналізувати отримані результати, порівняти їх з реальним світом. Симулятори з фізики можна застосовувати на різних етапах уроку:

- під час перевірки знань (для контролю);
- використати як пояснювальний засіб нового матеріалу;
- при самостійній роботі учнів;
- як підготовчий етап проведення лабораторних робіт або безпосередньо у вигляді віртуальної лабораторної роботи.

Основними етапами проведення лабораторних робіт під час дистанційного або змішаного форматів навчання є:

1. Підготовчий етап:
 - попереднє опитування учнів за темою лабораторної роботи;
 - прогнозування результатів, які можна отримати під час зміни початкових умов;
 - оформлення тегів «очікувань» від ходу проведення лабораторної роботи для подальшого порівняння їх з отриманими результатами експерименту;
 - ознайомлення учнів з комп'ютерними моделями, обговорення і встановлення змінних і сталих параметрів, умов зміни величини і їх характеристики;
 - ознайомлення з інструкцією до виконання роботи;
 - запис припущень і можливих результатів експерименту, їх обговорення.

2. Виконання лабораторної роботи за інструкцією з чітким поясненням кожного етапу роботи.
3. Перевірка знань за допомогою контрольних запитань.
4. Виконання творчого завдання.
5. Оформлення виконаної роботи.

Раніше діти користувались комп'ютером вдома чи лише на уроках інформатики. Зараз телефон, планшет чи ноутбук є в більшості здобувачів освіти. Якщо спрямувати їхню зацікавленість правильно – можна вчити уроки навіть з мобільними додатками. Навчальні мобільні додатки повинні бути з інтерактивним призначенням для користувача інтерфейсом, діалоговими функціями і елементами мультимедіа, які призначені для самостійної роботи здобувачів освіти (під керівництвом викладача або без нього), мотивуючи їх на подальше навчання. Основним обов'язковим компонентом є дидактичність. Додаток сприймається, як навчальна програма для мобільних пристроїв, сконструйована розробниками з урахуванням оптимальної сукупності ключових принципів дидактики і методики викладання [21].

Розглянемо мобільний застосунок та популярні симулятори фізичних процесів. Наприклад, сучасний український мобільний застосунок AR Book – інтерактивний помічник у навчанні дитини. Його було створено для застосування знань учнів на практиці. Це спеціалізована інтерактивна лабораторія, новаторська платформа, яка поєднує практикуми, навчання та розвагу з основних уроків, а саме помічник з вивчення математики, алгебри, геометрії, фізики, хімії, астрономії, біології, інформатики та географії у складі програм української середньої освіти [26]. Застосунок можна завантажити в AppStore і GooglePlay.

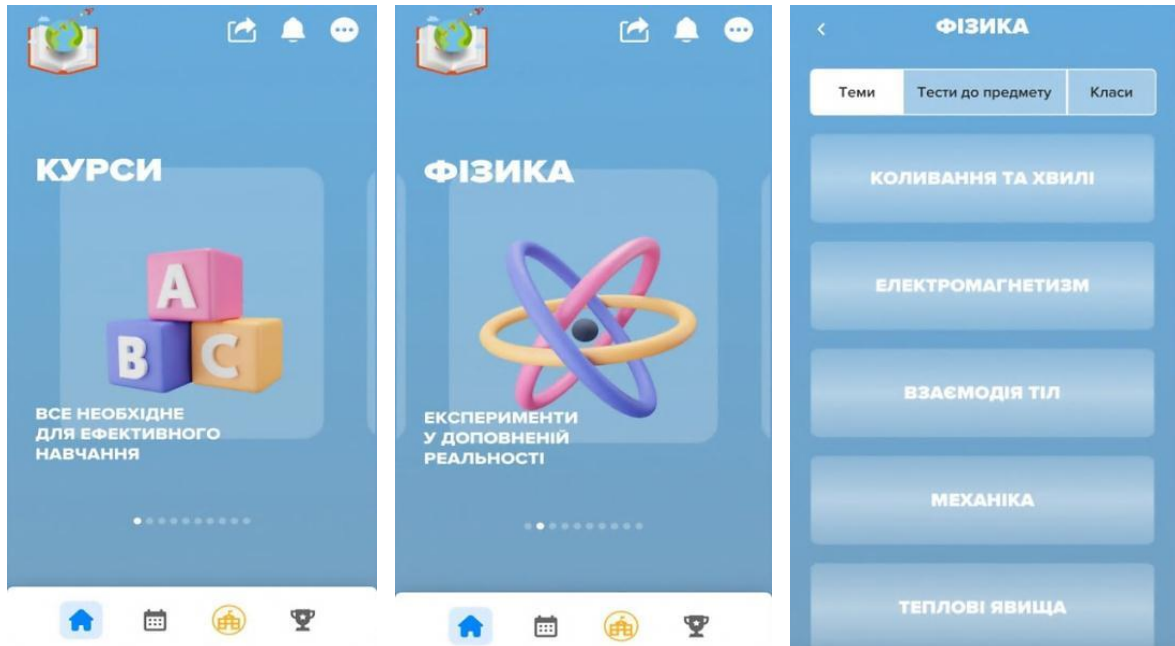


Рисунок 2.6 – Меню мобільного застосунка «AR Book», предмет «Фізика»

Обравши потрібний предмет у застосунку відкриється колекція наявних дослідів. Для кращого засвоєння, експерименти розроблені за допомогою технології доповненої реальності AR або у форматі 3D.

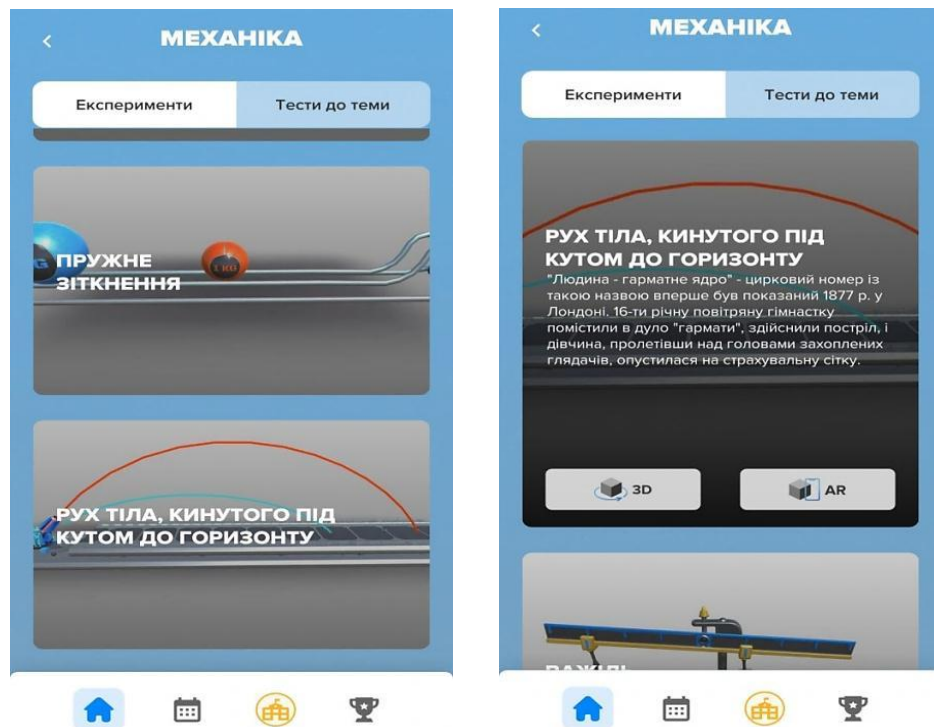


Рисунок 2.7 – Розділ «Механіка» з предмету «Фізика» у додатку «AR Book»

Завдяки тому, що в AR Book всі програми середньої освіти оформлені у вигляді інтерактивних завдань з елементами доповненої реальності, вчитися з ними дуже цікаво. Не потрібно влаштовувати лабораторію, щоб провести експерименти та надати відповіді на питання з хімії, геометрії чи навіть ядерної фізики. Все вже закладене в алгоритми системи. Так, у фізиці є експерименти, що мають інтерактивний характер і супроводженні візуальним відображенням. Кожна практична задача має звукове пояснення, в ній пояснюється головний принцип дії, щоб вивчення йшло найпростіше та найвеселіше для дитини, а сам процес на вигляд був як розвага. В інтегрованому додатку для закріплення та перевірки своїх знань учень може вести власну колекцію досягнень проходячи відповідні тести [26].

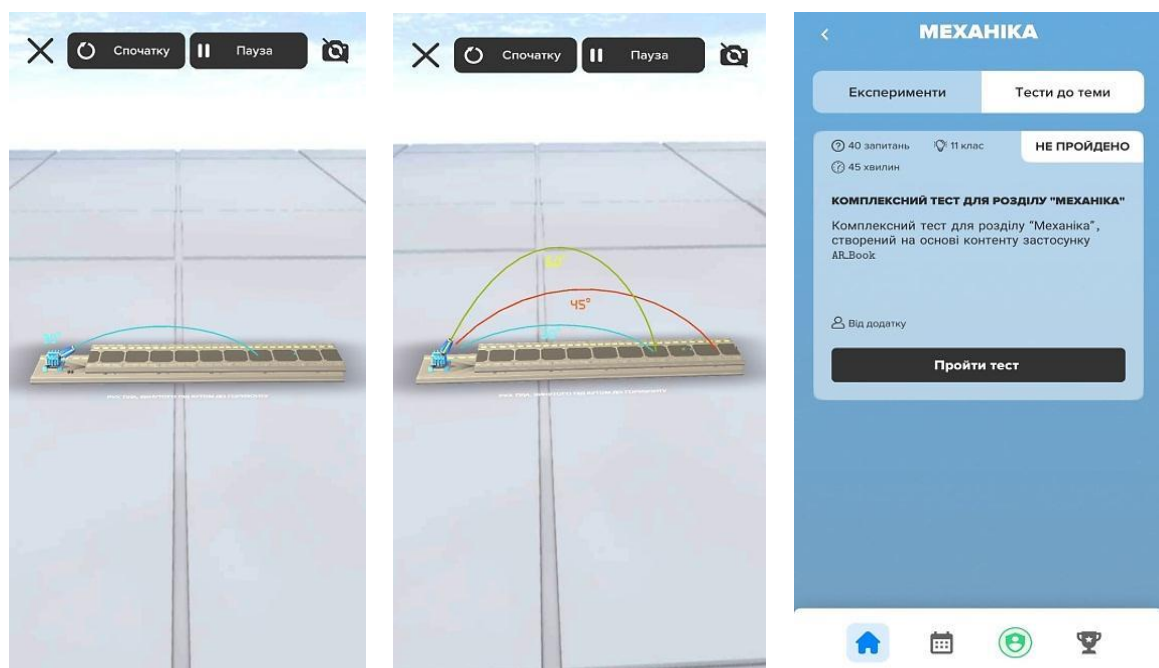


Рисунок 2.8 – 3D відображення експерименту «Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту» та проходження тесту з теми «Механіка»

Діти досить швидко опановують логіку та спосіб вирішення задач, але з AR Book розваги та персоналізоване вивчення не закінчуються. У застосунку постійно з'являються інтерактивні завдання, персоналізовані й загальні. Всі предмети відповідають підручникам, що акредитовані в українській школі.

Учні зможуть легко опанувати завдання, матеріали та методи наук поза школою. Це універсальний загальний підручник, який допоможе підготуватися до уроків завдяки смартфону та мережі Інтернет.

До викладання та використання у додатку доступний новаторський контент з природничих предметів. Ще діти можуть отримати знання про тварин і динозаврів завдяки інтегрованій онлайн – енциклопедії з 3D – моделями. Для дітей такий візуальний конспект має безліч переваг. А батькам має допомогти тим, що діти зрозумію складні теми та звільниться час, що витрачається на домашні завдання. До того ж це безкоштовно та цілком безпечно, адже всі експерименти проходять в інтернет – просторі чи офлайн з використанням технології доповненої реальності. Шкільна програма засвоюється швидше та ефективніше за допомогою доповненої реальності [26].

Для вчителів є окремі переваги, адже платформа AR Book дозволяє підготувати їхній клас відповідно до стандартів, щоб освіта була на належному рівні. Найцікавіші методики освіти з наук та фізичного виховання, вивчення математичних задач, різні рівняння та загалом навчання у школі ще ніколи не було таким високотехнологічним.

Сучасна англійська з можливістю перекладу понад 21 мови платформа ROQED для розширення можливостей у викладанні з використанням комп'ютерної програми ROQED Science та віртуальним 3D – симулятором лабораторних та практичних робіт по фізиці ROQED Physics Lab. Індивідуальний підхід до кожного вчителя та партнера. Програма розвитку була створена для покращення способів навчання та надання інформації учням у кожному класі. Контент розроблений вчителями для вчителів для досягнення отримання найефективнішого педагогічного досвіду. Програма розроблена сертифікованими інструкторами STEM CLIL, Google Educator та Promethean, які мають великий досвід розробки учбових програм, викладання та адміністрування в освіті [27].

Комп'ютерна програма ROQED надає можливість моделювання і проведення освітніх демонстрацій для учнів середньої та старшої школи.

Програма містить моделі і анімації з наступних предметів: Біологія, Фізика, Географія і Хімія. Більше того, програма включає в себе освітні моделі і анімації для додаткової освіти та розвитку інтересу до науки, вона дає можливість учням більш детально вивчити Механіку, Мікробіологію, Астрономію і Палеонтологію.

Використання ROQED Science дозволить учням вивчити дані моделі індивідуально в класі чи в домашніх умовах. В учнів є можливість створювати власні анімації з використанням моделей, що збільшить залученість до вивчення складних тем природничих дисциплін. У програмі можна скласти завдання по збірці моделі з підказками, відповідність термінів і органів, що слугуватиме чудовим завданням для початку уроку з метою зацікавити в темі або для оцінювання учнів.

Комп'ютерна програма має чотири основних режими роботи [27]:

1. Дослідження – режим пісочниця віртуального 3D – світу. Можна аналізувати, обертати та досліджувати моделі з будь – якої точки огляду. Режим навчання дає повний досвід кінестетичного навчання. Подивіться глибше, що можливо у віртуальній 3D – науці.

2. Анімація є чудовим інструментом для пояснення певних процесів, тобто законів, явищ, принципу роботи тощо. Система відтворює 3D – анімацію з голосовим супроводом пояснень.

3. Слайди. Режим слайдів був розроблений, щоб зробити процес навчання максимально комфортним. Тут викладачі можуть готувати слайди, задавати питання, проводити презентації та зберігати свої роботи на своєму локальному комп'ютері.

4. Практика. Режим практики був розроблений для залучення учнів до вивченої теми. Користувачі повинні вказати правильні кроки для належного виконання різних операцій, таких як розтин, реакція, переміщення, обслуговування, експлуатація тощо.

Використання ROQED Physics Lab віртуального 3D – симулятора лабораторних та практичних робіт по фізиці, дозволяє учням в інтерактивному

та цікавому режимі самостійно або під контролем вчителя системно вивчати різні фізичні явища, процеси та проводити досліди. Також учень може дати відповіді на поставлені задачі, які автоматично надсилаються електронною поштою вчителю. Кожний дослід має лабораторний опис, покрокові інструкції, калькулятор формул та таблиці для заповнення результатами досліджень [27].

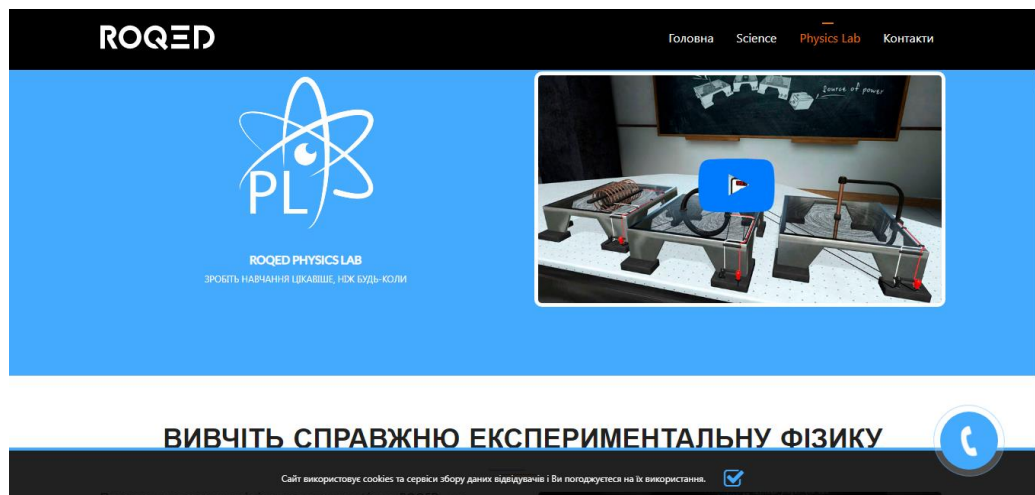


Рисунок 2.9 – Розділ «ROQED Physics Lab»

Проведення експериментів із використанням фізики ROQED – це корисний і захоплюючий процес. Додаток містить понад 250 лабораторних інструментів, і це ідеальне середовище для підготовки та проведення експериментів будь-якої складності на основі шкільної програми.

ROQED Physics – абсолютно безпечне середовище для проведення навіть найнебезпечніших експериментів. Дає можливість викладачам легко освоїти програму та створити власні експерименти.

У програмі ROQED Physics користувачі можуть збирати дані з різних циклів, змінюючи початкові умови налаштування. Заповнювати відповідні таблиці та аркуші та спостерігати, як працює природа. За покроковими інструкціями легко проводити будь – який експеримент. Також користувачі можуть грати зі зібраними даними, будуючи графіки, обчислюючи трендові

лінії та рівняння, отримуючи невизначеності, відхилення та інші важливі значення для підтвердження результатів експерименту [27].

Доступні різні розділи фізики з мінімальним переліком можливих лабораторних робіт.

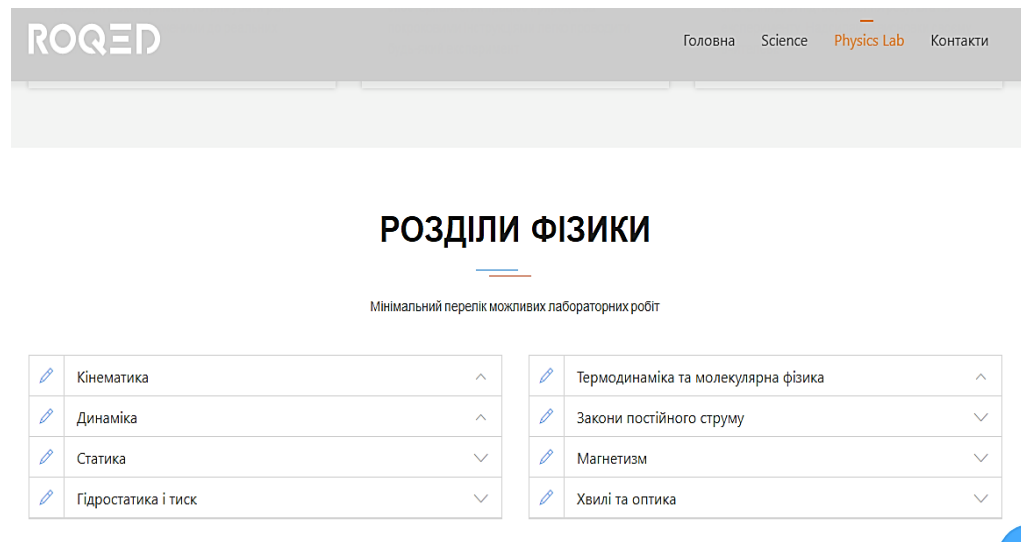


Рисунок 2.10 – Розділи Фізики у середовищі «ROQED Physics Lab»

Використання тривимірних інтерактивних віртуальних лабораторій ROQED Physics Lab і Roqed Science дає можливість зрозуміти суть роботи приладів, механізмів та обладнання. Використання такого програмного забезпечення можливе за відсутності вчителя або при змішаних формах навчання. Наприклад, [27]:

1. Індивідуальний темп навчання для кожного учня.
2. Компенсація нестачі фізичного обладнання.
3. Економія часу вчителя на заняттях.
4. Високий рівень безпеки при виконанні досліджень.
5. Економія навчального часу на підготовці приладів.
6. Доступні експерименти, які в звичайних умовах майже неможливі.
7. За короткий час здійснюються різні експерименти і наукові

висновки.

Засіб має суттєвий недолік він безкоштовний лише в продовж 14 діб.

Досить практичною для використання є наукова платформа для симуляцій фізичних явищ та математичних понять «Фізика в школі – HTML5», оскільки містить якісні розробки українською мовою та досить легка у використанні [28].

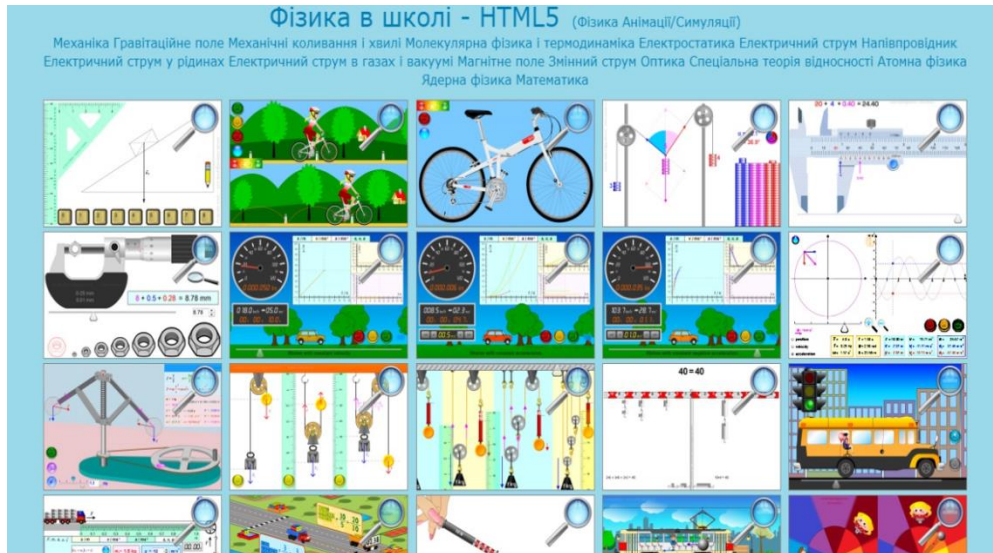


Рисунок 2.11 – Меню сайту «Фізика в школі – HTML5»

Містить анімації, симуляції з усіх розділів фізики. Розраховані на шкільний курс фізики та можуть бути використані для наочних демонстрацій, розробки задач віртуальним експериментом, віртуальних складових лабораторних робіт.



Рисунок 2.12 – розділ «Механіка»

Використання симуляторів фізичних процесів дозволяє актуалізувати знання учнів з даної теми, розвиває вміння формулювати очікування від досліду, експериментально їх перевіряти, моделювати ситуації, які важко відтворити в реальному часі. Мультимедійний контент, який надає веб – ресурс, сприяє кращому усвідомленню матеріалу, розумінню причинно – наслідкових зв'язків.

Ще один сервіс інтерактивних симуляцій, фізичних моделей, анімованих в режимі реального часу, з якими можна взаємодіяти, перетягуючи об'єкти або змінюючи параметри платформи Physics Simulations [29]. Інтерфейс англійський, але нескладний та зрозумілий. За необхідності можна змінити мову з допомогою браузера. Містить певні види симуляторів, такі як:

1. Симулятори маятника.
2. Рух молекул.
3. Колиска Ньютона.
4. Симулятор руху астероїда навколо супутника.
5. Американські гірки, тощо.

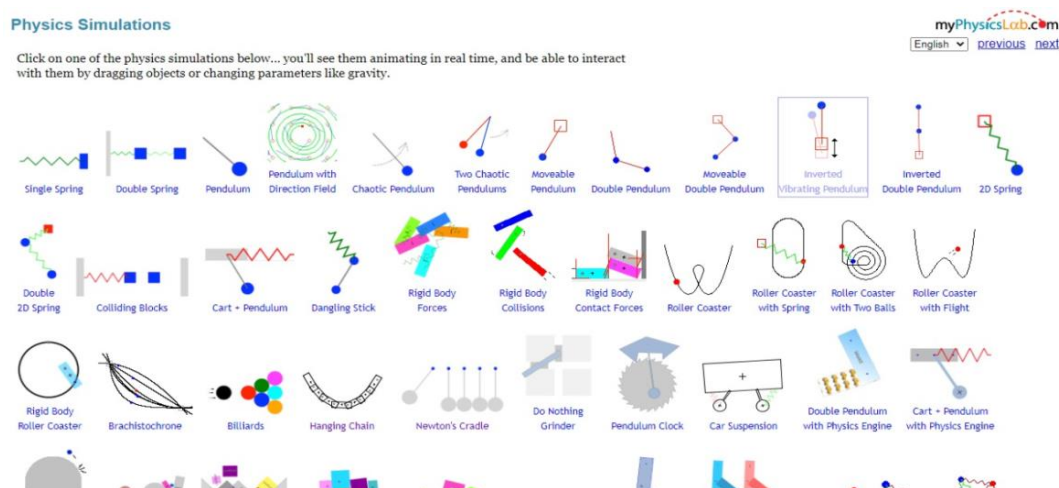


Рисунок 2.13 – Меню сайту «Physics Simulations»

Відкриваючи одну з симуляцій фізики маємо кілька способів відтворення конкретної експериментальної установки та невеликий теоретичний матеріал, що дає змогу учням повторити вивчене. Учні можуть засвоїти свої

експериментальні вміння і сформулювати відповідні висновки при вивченні фізики.

Платформа «JavaLab» має цікаві симулятори фізичних процесів. Сервіс пропонує безкоштовне інтерактивне наукове моделювання (віртуальна лабораторія), написане на JavaScript, з різних природничих наук. Імітує різноманітні природні явища [30]. Але він є іншомовним та потребує детальної підготовки перед використанням, також потрібна попередня реєстрація. За допомогою браузера Google Chrome є можливість перекласти сайт на українську мову. Хоча ці недоліки можна легко перетворити в переваги, якщо розглядати їх як впровадження міжпредметних зв'язків під час уроків фізики.

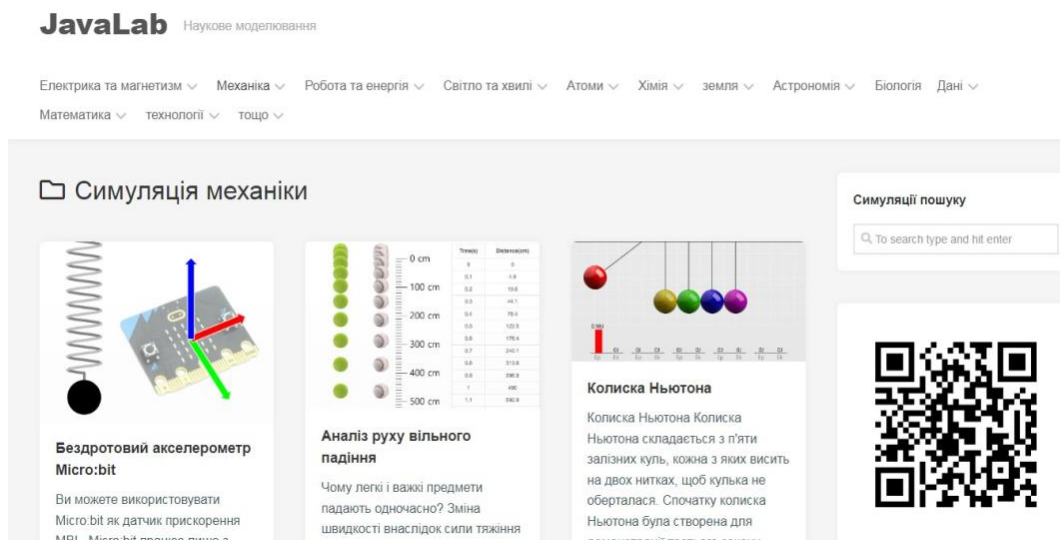


Рисунок 2.14 – Меню сайту «JavaLab» розділ «Механіка»

Перевагами цього ресурсу є безкоштовне використання, можливість виконувати симуляції на різних гаджетах та можливість самостійно створювати симуляції. Більшість симуляторів, запропонованих розробниками, слугують для наочності, через відсутність можливості встановлення числових параметрів, обчислення розрахунків.

Платформа «JavaLab» містить корисні симулятори фізичних процесів, які можна використовувати і як демонстрації на уроці, і на підготовчому етапі до проведення лабораторних робіт. Також є можливість доповненої реальності з використанням веб – камери та 3D з використанням віртуальної реальності.

Не менш цікаві симулятори фізичних процесів розміщені також на іншомовній платформі «Go – Lab». Вона містить велику колекцію онлайн – лабораторій не тільки з фізики, а й з хімії, біології, математики та інших дисциплін [31]. Розробники пропонують безкоштовні симулятори та інтерактивні вправи. Сайт пов'язаний з іншими ресурсами. При виборі деяких симуляторів, відбувається перехід до інших веб-сторінок. Платформа «Go – Lab» містить матеріали як для наочного показу фізичних явищ, так і онлайн-лабораторії, які дають змогу виконувати експерименти під час дистанційного формату навчання.

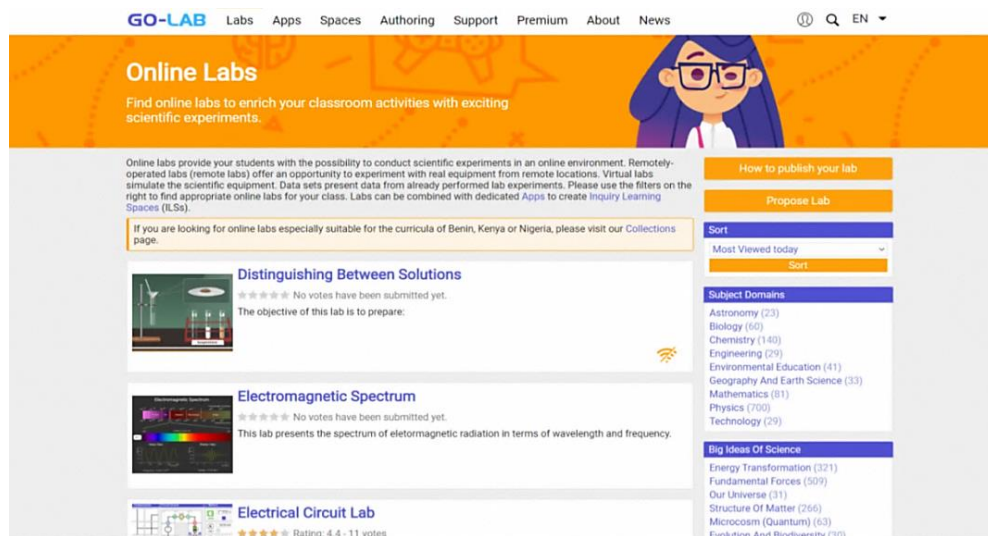


Рисунок 2.15 – Меню сайту «Go – Lab», розділ «Labs»

В «Go – Lab» мета спонукати учнів до [32]:

- залучення до наукової тематики;
- засвоєння навичок наукового дослідження;
- отримання досвіду наукової роботи, будучи мотивованими та скерованими,
- виявляючи ініціативу, експериментуючи в більш фундаментальних умовах та високотехнічних лабораторіях.

Щоб цього досягти, платформа пропонує:

- сукупність дистанційних лабораторій, віртуальних експериментів і даних (під спільною назвою «онлайн лабораторії»);
- середовище для авторських розробок, щоб вчителі мали змогу ввести ці онлайн-лабораторії в педагогічно структуровані програми;
- онлайн програми, як «скафолди» (інструменти допомоги) для учнів і можливості для соціальної взаємодії.

Одна з найважливіших рис «Go – Lab portal» (або «GoLabz») – це сервіси підтримки та доступ до одностудентів, спільнот та науковців, який він надає вчителям, щоб полегшити їхнє використання у навчальному процесі й впровадити активності з використанням дослідного навчання на уроках. Цей засіб надає можливість звернутися до розділів:

1. Відеоінструкції.
2. Поради та рекомендації.
3. Питання та відповіді.
4. Форум спільноти.
5. Онлайн курс.
6. Платформа тьюторів (доступ до ряду Методичні рекомендації для вчителів експертів, які надають допомогу користувачам Go – Lab та вчителям, шляхом залучення до своїх вебінарів, присвячених роботі в Go – Lab).

Отже, формується зацікавленість наукою, що визначається як важливий етап підготовки у викладанні, а інструменти та ресурси, допоможуть донести учням дослідницькі активності з використанням технологій.

Одним з найпоширеніших онлайн – ресурсів, створений науковцями Університету Колорадо, є сайт інтерактивних симуляцій PhET. Він містить інтерактивні симуляції з різних природничих наук. Веб – застосунок надає можливість «оживити» та унаочнити за допомогою мультиплікації та графіки те, що неможливо побачити неозброєним оком, і спонукає учнів інтуїтивно управляти процесами, використовуючи такі дії, як натиснути і перетягнути, а також за допомоги різноманітних повзунків і перемикачів [33].

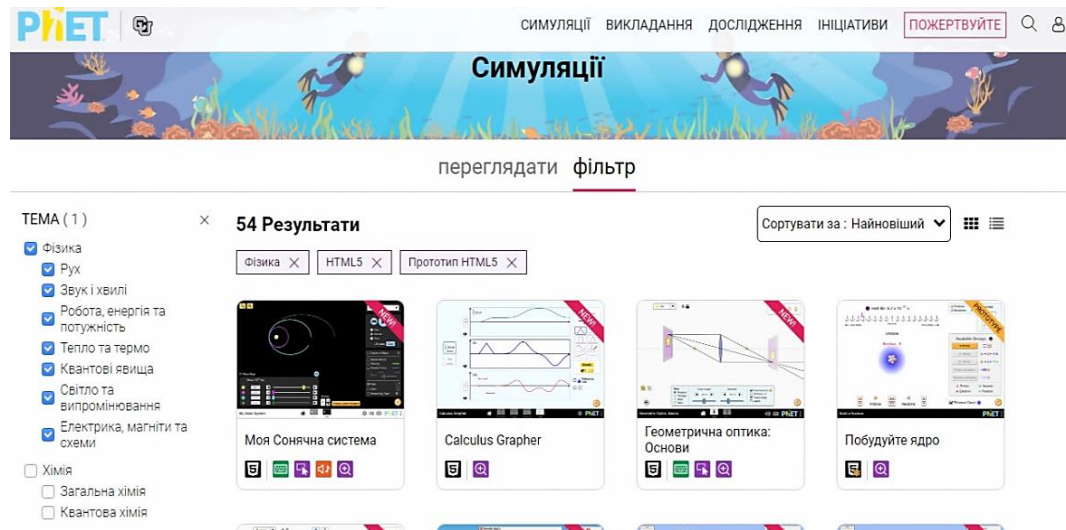


Рисунок 2.16 – Меню сайту «PhET», розділ «Фізика»

PhET симуляції розроблено з використанням наступних принципів проектування [33]:

- спонукати до наукових досліджень;
- забезпечувати інтерактивність;
- робити невидиме видимим;
- демонструвати наочно різні процеси;
- використовувати те, що відбувається в реальному світі;
- включати декілька видів репрезентації (наприклад, рух самих об'єктів, графіки і діаграми, вимірювальні прилади і цифри, тощо);
- надавати користувачам мінімальні інструкції щодо використання, щоб спонукати їх до самостійних досліджень;
- створювати симуляції, які можуть бути гнучко використані в багатьох навчальних ситуаціях.

Є декілька інструментів, завдяки яким симуляції надають інтерактивний досвід [33]:

1. «Візьми і перетягни», щоб взаємодіяти з функціями симуляцій.
2. «Використовуй слайдери», щоб зменшувати чи збільшувати параметри.
3. Обирати між опціями з допомогою кнопок і перемикачів.

4. Робити вимірювання в експериментах з великою кількістю інструментів (лінійок, секундомірів, електричних вимірювальних приладів, термометрів, тощо).

Коли учні взаємодіють з цими інструментами, вони відразу досліджують причинно – наслідкові зв'язки і можуть давати відповіді на наукові запитання через взаємодію з симуляціями.

Отже, веб – сайт «PhET» стане в нагоді при конструюванні уроків як в очному форматі навчання, так і в дистанційному. За рахунок симуляторів, які надає ресурс можна формулювати диференційовані завдання до різних етапів уроку.

Розглянемо декілька лабораторних робіт для учнів 10 – тих класів з розділу «Механіка», які можна провести за допомогою інтерактивних симуляцій, а саме онлайн – ресурсу «PhET». Наприклад «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху» та «Вивчення руху тіла по колу», лабораторна яка була запропонована у вигляді домашнього експерименту виконання побутовими приладами.

Лабораторна робота

Тема: Вивчення руху тіла по колу.

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

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

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або скануйте QR – код (рис. 2.17).

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



Рисунок 2.17 – QR – код для переходу до інтерактивної симуляції «Гравітація і орбіти»

2. Оберіть другий вид симуляції «Масштабувати» та налаштуйте параметри як показано на (рис. 2.18).

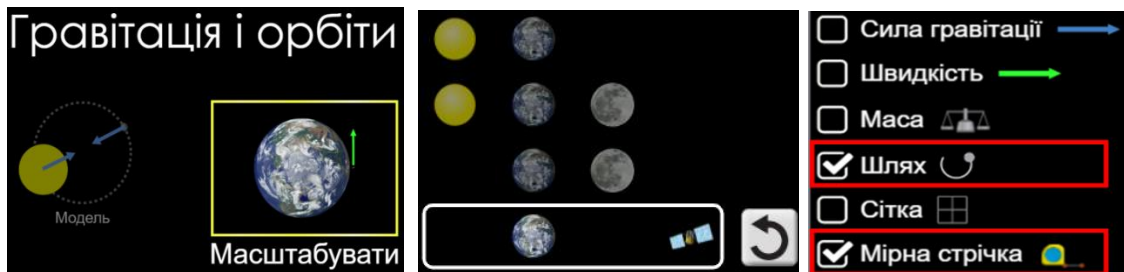


Рисунок 2.18 – Перехід до виду симуляції «Масштабувати» та вибір параметрів

Експеримент

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці.

1. За допомогою рулетки виміряйте радіус траєкторії руху штучного супутника навколо Землі (виміряєте відстань від центру Землі до штучного супутника; кілометри переведіть у метри) дивіться (рис. 2.19). Запишіть отримані дані у таблицю 2.2.

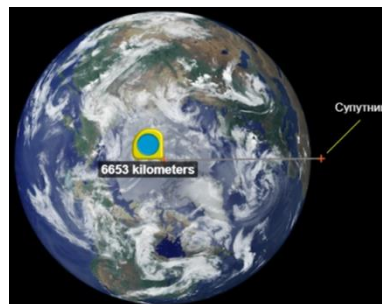


Рисунок 2.19 – Зображена відстані від центру Землі до штучного супутника

2. Виміряйте час t , за який здійснюється 5 – 10 обертів штучним супутником навколо Землі. Щоб розпочати дослід натисніть кнопку пуск . Щоб зупинити дослід натисніть кнопку паузи . Час обертання штучного супутника дивимося на 0 земні хвилини (хвилини переведіть у секунди). Щоб очистити дані досліду натисніть кнопку очистити. Запишіть отримані дані у таблицю 2.2.

3. Повторіть дослід ще двічі, трішки збільшивши відстань між штучним супутником та Землею. Усі виміри запишіть у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Дослідження руху тіла по колу

№	Радіус кола $r, \text{ м}$	К – ть обертів N	Час руху $t, \text{ с}$	Період обертання $T, \text{ с}$	Обертova частота $n, \text{ с}^{-1}$	Лінійна швидкість $v, \text{ м/с}$	Доцентрове прискорення $a_{\text{дц}}, \text{ м/с}^2$
1							
2							
3							

Опрацювання результатів експерименту

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

$$T = \frac{t}{N}, \quad n = \frac{N}{t}, \quad v = \frac{2\pi r}{T}.$$

2. Для кожного досліду визначте модуль доцентрового прискорення $a_{\text{дц}}$ штучного супутника навколо Землі:

$$a_{\text{дц}} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}.$$

3. Усі отримані дані в ході обчислень запишіть у таблицю 2.2.

Аналіз експерименту та його результатів. Проаналізуйте експеримент і його результати. Сформулюйте висновок, у якому зазначте:

1. Фізичні величини, які ви визначали.

2. Чи впливає і якщо впливає, то як саме впливає радіус обертання на: період обертання, обертову частоту, лінійну швидкість, доцентрове прискорення.

3. Які чинники вплинули на точність одержаних результатів.

Лабораторна робота

Тема: Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху.

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

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

Хід роботи

Підготовка до експерименту

1. Перейдіть за посиланням або скануйте QR – код (рис. 2.20).

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



Рисунок 2.20 – QR – код для переходу до інтерактивної симуляції «Парк для скейтів»

2. Оберіть останній вид симуляції «Скейтодром».

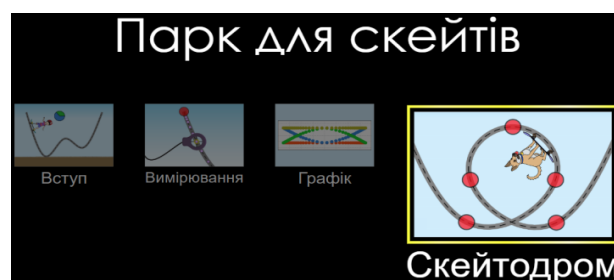


Рисунок 2.21 – Перехід до виду симуляції «Скейтодром»

3. Створіть трек (похилу площину) для скейтбордиста.

Для цього:

1. Перетягніть в робочу область інструмент для побудови треку;
2. Натисніть на червоне коло посередині та видаліть його;
3. Перетягуючи ліве коло та праве коло, розмістите трек під невеликим кутом до горизонту (рис. 2.22).

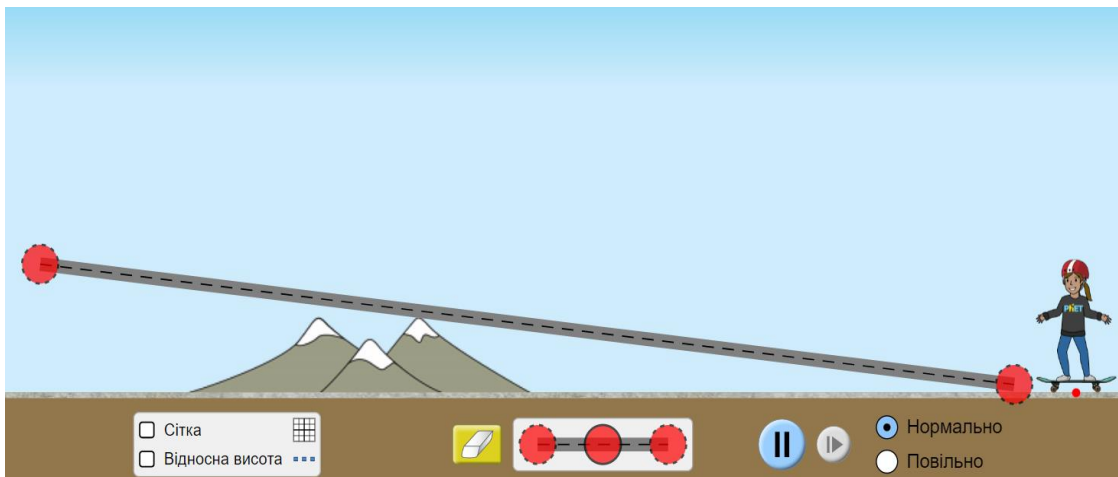


Рисунок 2.22 – Розміщення треку під кутом до горизонту

Експеримент

Результати вимірювань відразу заносьте до таблиці

1. За допомогою рулетки виміряйте відстань s від лівого кола до правого кола (ця відстань дорівнює модулю переміщення скейтбордиста вздовж прямолінійної траєкторії) дивіться (рис. 2.23). Запишіть отримані дані в таблицю 2.3.

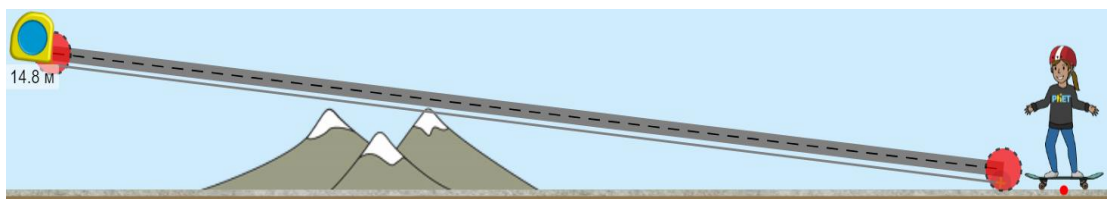


Рисунок 2.23 – Знаходження переміщення скейтбордиста вздовж прямолінійної траєкторії

2. Протягніть секундомір в довільне місце робочої області.
3. Протягніть скейтбордиста у ліве верхнє положення, там, де зображений червоний круг, відпустіть та за допомогою секундоміра виміряйте час t_1 , за який з'їжджає скейтбордист по похилій площині до нижнього положення, де зображений червоний круг (рис. 2.24). Дані секундоміра запишіть в таблицю 2.3.

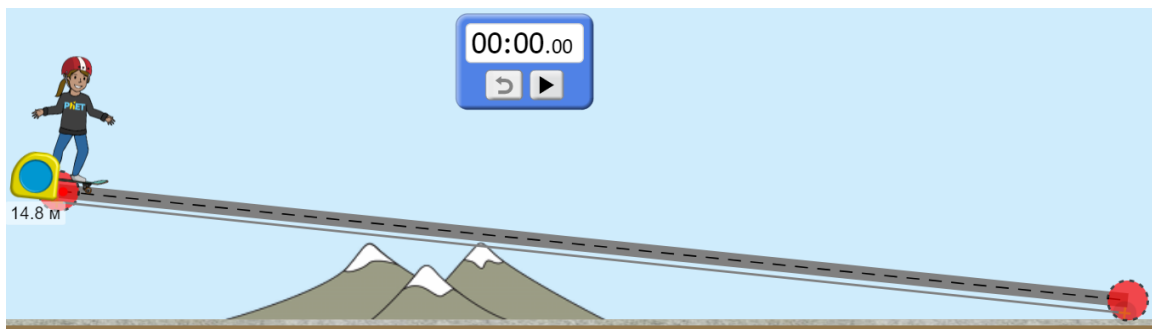


Рисунок 2.24 – Знаходження часу t_1 , за який з'їжджає скейтбордист по похилій площині до нижнього положення

4. Повторіть дослід ще тричі. Для цього обнулїть секундомір та натисніть кнопку розпочати дослід спочатку дивїться (рис. 2.25). Дані секундоміра запишіть в таблицю 2.3.

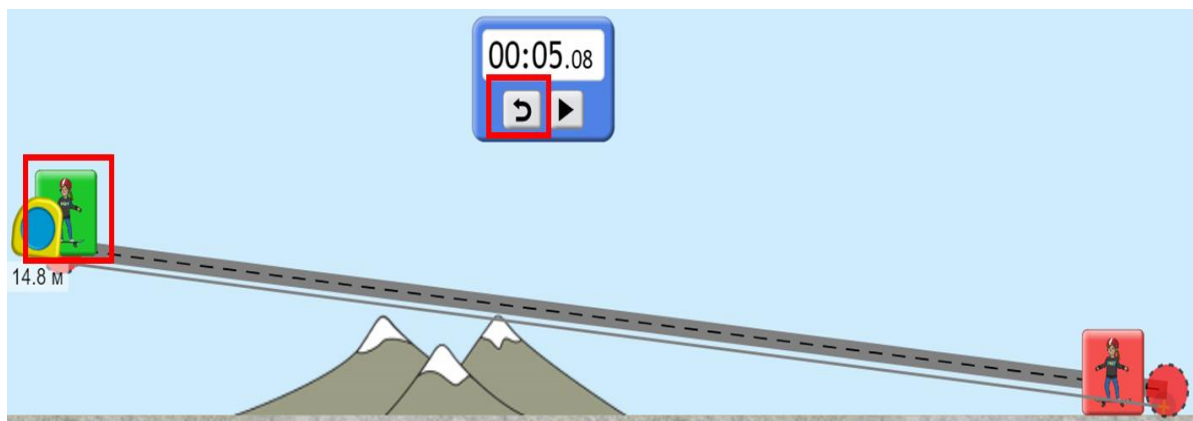


Рисунок 2.25 – Знаходження часу t_2, t_3, t_4 , за який з'їжджає скейтбордист по похилій площині до нижнього положення

Таблиця 2.3 – Дослідження прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху.

№	Переміщення скейтбордиста $s, \text{ м}$	Час руху скейтбордиста		Прискорення скейтбордиста $a_{\text{сер}}, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	Похибка вимірювання прискорення		Результат вимірювання прискорення $a = a_{\text{сер}} \pm \Delta a, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
		$t_i, \text{ с}$	$t_{\text{сер}}, \text{ с}$		відносна $\varepsilon_a, \%$	абсолютна $\Delta a, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	
1							
2							
3							
4							

Опрацювання результатів експерименту

1. Обчисліть середній час руху скейтбордиста:

$$t_{\text{сер}} = \frac{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4)}{4}.$$

2. Обчисліть середнє значення прискорення скейтбордиста:

$$a_{\text{сер}} = \frac{2s}{t_{\text{сер}}^2}.$$

3. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання часу:

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

4. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання модуля переміщення:

$$\Delta s = \Delta s_{\text{прил}} + \Delta s_{\text{вип}}; \quad \varepsilon_s = \frac{\Delta s}{s}.$$

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

5. Обчисліть абсолютну та відносну похибки вимірювання модуля прискорення:

$$\varepsilon_a = \varepsilon_s + 2\varepsilon_t; \Delta a = \varepsilon_a \cdot a_{\text{сер}}.$$

6. Округліть результати та запишіть результат вимірювання прискорення.

$$a = a_{\text{сер}} \pm \Delta a.$$

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

Аналіз експерименту та його результатів. Проаналізуйте експеримент та його результати. Зробіть висновок, у якому зазначте:

1. Величину, яку ви вимірювали.
2. Результат вимірювання.
3. Причини похибки.
4. Вимірювання якої величини дає найбільшу похибку.

Отже, проведення віртуальних лабораторних робіт підвищує ефективність навчального процесу, формує і вдосконалює навички, і розвиває творчі здібності здобувачів освіти. Сам процес виконання віртуальних лабораторних робіт дуже схожий з виконанням їх в реальних умовах, адже обладнання та установки які при цьому використовуються майже не відрізняються. Але реальні лабораторні роботи набагато ефективніше виробляють практичні вміння та навички. Хоча, варто зазначити, що в вимушених умовах дистанційного навчання, віртуальні лабораторні роботи є одним із найефективніших способів реалізації експериментальної складової при вивченні фізики.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент проводився на базі Комунальної установи «Пологівського ліцею №2» Пологівської міської ради Пологівського району Запорізької області в двох навчальних групах 10 класу. Перша група – експериментальна (далі ЕГ), крім основного викладу навчального матеріалу (теорії і задачі), який пропонувався на уроці, використовувала симулятори фізичних процесів для пояснення нового матеріалу та виконання лабораторних і дослідницьких робіт. Друга група учасників експерименту була контрольною (далі КГ). Вона засвоювала знання за стандартною програмою. Виконання лабораторних і дослідницьких робіт були частково за допомогою побутового обладнання та частково за допомогою перегляду онлайн – відео. Всього в експерименті взяли участь 36 учнів.

Під час проведення експерименту учнями вивчався розділ «Кінематика». Учасникам були запропоновані самостійні роботи, які проводились на початку та у підсумку експерименту.

До складу першої самостійної роботи входили такі поняття: механіка, матеріальна точка, траєкторія, переміщення, відносність механічного руху. Вона містила 10 задач. Завдання 1 – 3, 5 оцінювалось в 1 бал, 4, 6 – 8 – в 2 бали, 9, 10 – у 3 бали. За певну набрану кількість балів учень отримує відповідний результат: 1 – 4 бали – незадовільна оцінка (низький рівень), 5 – 9 – задовільна оцінка (середній рівень), 10 – 13 – добре (достатній рівень), 14 – 16 – відмінно (високий рівень).

Нижче наведені завдання самостійної роботи №1 за розділом «Кінематика».

1. Наука про механічний рух матеріальних тіл і про взаємодії, які при цьому відбуваються між тілами це – ...?
 - А. Кінематика
 - Б. Основна задача механіки
 - В. Механіка
 - Г. Динаміка

2. Траєкторія, шлях, переміщення, а отже, швидкість руху тіла залежать від вибору системи відліку це – ...?
 - А. Відносність механічного руху
 - Б. Переміщення
 - В. Траєкторія
 - Г. Шлях

3. Позначте всі випадки, коли тіло рухається поступально (декілька правильних відповідей).
 - А. Обертання Землі навколо своєї осі.
 - Б. Шайба ковзає по гладенькому льоду.
 - В. Рух кабіни колеса огляду відносно Землі.
 - Г. Хлопчик гойдається на гойдалці .

4. Які твердження є правильними? (декілька правильних відповідей)
 - А. Переміщення – векторна величина.
 - Б. Координати точки залежать від вибору системи відліку.
 - В. Рух різних точок тіла завжди відбувається по однакових траєкторіях.
 - Г. Нерівномірний рух – найпоширеніший серед механічних рухів.
 - Д. Під час руху всі точки колеса мотоцикла рухаються поступально.
 - Е. У деяких випадках тіло під час руху не змінює свого положення відносно інших тіл.

Є. Шлях, який проходить матеріальна точка, завжди дорівнює довжині траєкторії її руху.

5. Які види рухів розрізняють за характером руху та за формою траєкторії?
6. Наведіть два приклади рухів, коли шлях більший за модуль переміщення та коли шлях дорівнює модулю переміщення.
7. Порівняйте шляхи і переміщення гелікоптера та автомобіля, траєкторії руху яких зображено на рисунку (рис. 3.1). Відповідь обґрунтуйте.

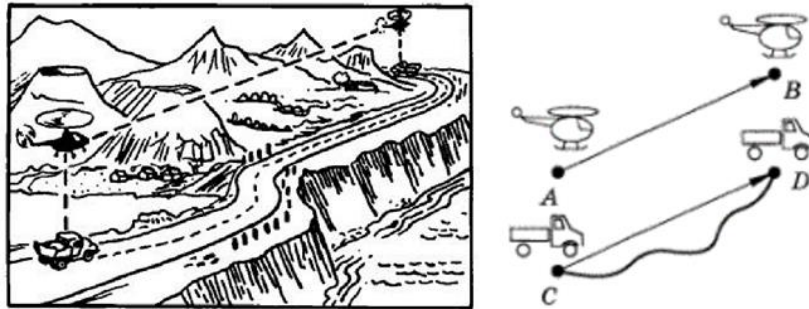


Рисунок 3.1 – Рисунок до завдання 7

8. Тіло вільно падає без початкової швидкості. Який рух може відповідати цьому на графіку (рис. 3.2) залежності проекції швидкості руху тіла від часу?

- А. 1
- Б. 2
- В. 3
- Г. 4

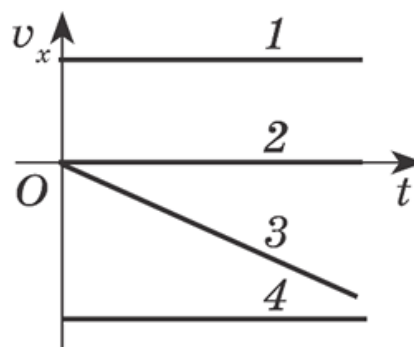


Рисунок 3.2 – Графік руху тіла, яке вільно падає без початкової швидкості

9. Вантажівка рухається на повороті дороги, який являє собою половину дуги кола радіусом 30 м. Визначте шлях і модуль переміщення вантажівки за час повороту.

10. Розгляньте поданий рисунок (рис. 3.3). Модуль прискорення легкового автомобіля під час гальмування дорівнює $1,5 \text{ м/с}^2$. Якою стане швидкість його руху через 10 с, якщо початкова швидкість руху дорівнює 20 м/с ?

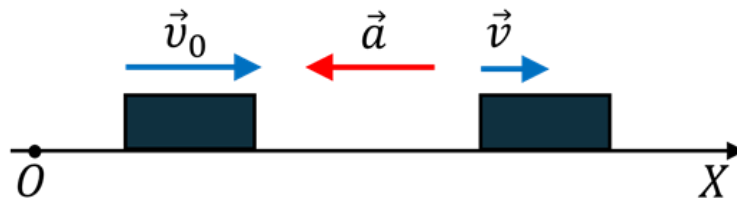


Рисунок 3.3 – Рисунок до завдання 10

Після проведення педагогічного експерименту учні виконали самостійну роботу №2 з того ж розділу. Вона складалась з 10 завдань. Завдання 1, 3 – 6 оцінювалось в 1 бал, 2, 7 – 9 – в 2 бали, 10 – в 3 бали. Максимальна кількість балів – 16. Якщо набрано 1 – 4 балів – то учень отримував незадовільну оцінку (низький рівень), за 5 – 9 балів – задовільна оцінка (середній рівень), 10 – 13 балів – добре (достатній рівень), 14 – 16 – відмінно (високий рівень).

Далі наведені завдання цієї роботи.

1. Встановіть відповідність між фізичною величиною та одиницею вимірювання:

- | | |
|--------|-------------------|
| 1) a | А. с |
| 2) t | Б. м/с^2 |
| 3) v | В. м |
| 4) s | Г. м/с |

2. Встановіть відповідність:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1) Кутової швидкості | А. $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ |
| 2) Проекція вектора прискорення | Б. $v_y = v_{0y} + g_y t$ |

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 3) Модуля доцентрового прискорення | В. $s_x = v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$ |
| 4) Проекції швидкості від часу | Г. $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$ |
| 5) Закон додавання швидкостей | Д. $\omega = \frac{2\pi}{T}$ |
| 6) Проекцію вектора переміщення | Е. $a_{\text{дц}} = \frac{v^2}{r}$ |

3. Визначте, за графіком рух тіла (рис. 3.4), що має найменше та найбільше прискорення.

- А. 1, 3
- Б. 2, 1
- В. 3, 2
- Г. Жоден

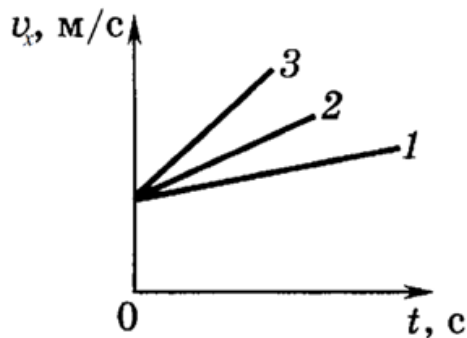


Рисунок 3.4 – Графік руху тіла

4. Металева куля, прив'язана до мотузки, рухається по колу у вертикальній площині. У момент, коли металева куля перебуває в точці А (рис. 3.5), мотузку відпускають. Що буде з металевою кулею?

- А. Зупиниться
- Б. Продовжить рух по дузі кола
- В. Буде рухатися до центра кола
- Г. Буде рухатися вертикально вгору

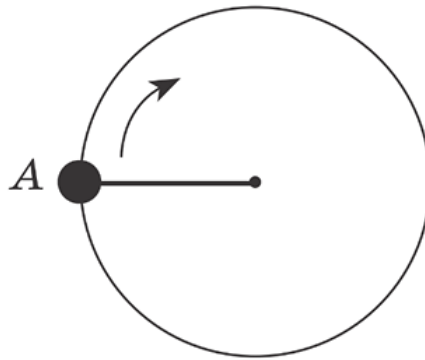


Рисунок 3.5 – Рисунок до завдання 4

5. Автомобіль, виконуючи поворот, рівномірно рухається по колу. У якому випадку напрямок швидкості руху автомобіля показано правильно(рис. 3.6)?

- А. \vec{v}_1
- Б. \vec{v}_2
- В. v_3
- Г. v_4

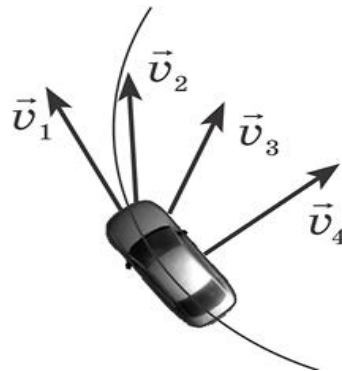


Рисунок 3.6 – Визначення напрямку швидкості руху автомобіля

6. Пілот виконує «мертву петлю». У якому випадку напрямок прискорення руху літака показано правильно (рис. 3.7)?

- А. \vec{a}_1
- Б. \vec{a}_2
- В. \vec{a}_3
- Г. \vec{a}_4

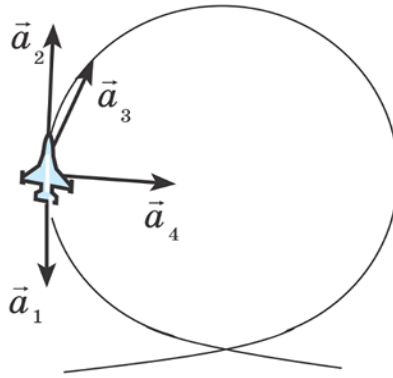


Рисунок 3.7 – Визначення напрямку прискорення руху літака

7. Диск в мікрохвильовій печі здійснює 6 оберти за 1 хв. Якими є період і лінійна швидкість обертання точки, віддаленої від центра диска на відстань 5 см?

8. Розгляньте поданий рисунок (рис. 3.8). Довжина доріжки для зльоту літака 500 м. Яка швидкість літака при злітанні, якщо він рухається рівноприскорено і злітає через 30 секунд після старту?

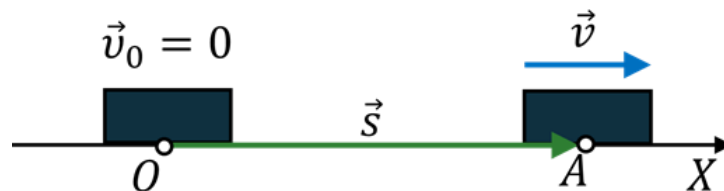


Рисунок 3.8 – Рисунок до завдання 8

9. За графіком (рис. 3.9) залежності швидкості від часу, який наведено на рисунку, охарактеризуйте рух тіла, визначте початкову швидкість, прискорення його руху та запишіть рівняння $v_x(t)$, $s_x(t)$.

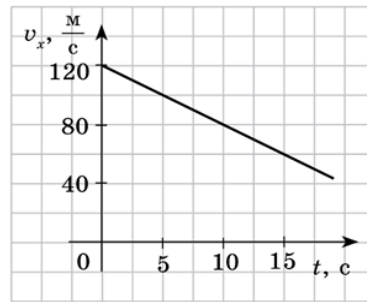


Рисунок 3.9 – Графік руху тіла

10. Спортсмен стрибає на мотоциклі з трампліна заввишки 1,6 м, відразу за яким є рів завширшки 11 м. З якою найменшою горизонтальною швидкістю мотоцикл має відірватися від трампліна, щоб перелетіти через рів? Намалуйте рисунок до задачі.

3.2 Аналіз результатів педагогічного експерименту

Проведений експеримент показав, що використання в навчальному процесі віртуальних симуляторів для проведення фізичного експерименту, а саме лабораторних робіт сприяло кращому засвоєнню учнями навчальних знань. Результати учнів експериментальної групи були вищими у порівнянні з учнями контрольної групи.

Перед початком педагогічного експерименту учні обох груп виконали однакові самостійні роботи на теми, що були розглянуті в розділі «Кінематика». Був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів з фізики (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Рівень навчальних досягнень учнів з фізики на початку експерименту

Рівень підготовки	Учні КГ	Учні ЕГ
Початковий	1	2
Середній	5	6
Достатній	9	8
Високий	3	2

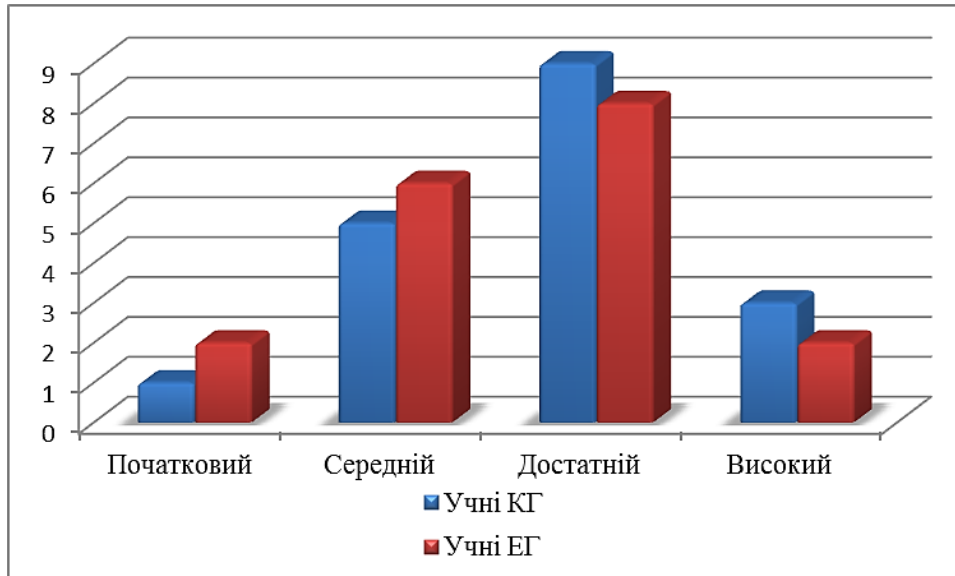


Рисунок 3.10 – Співвіднесення результатів навчальних досягнень учнів ЕГ та КГ з фізики

Із результатів навчальних досягнень бачимо, що рівень підготовки учнів з обох груп приблизно однаковий. Тому отримані результати після проведення педагогічного експерименту можна вважати досить точними.

Під час проведення педагогічного експерименту навчання відбувалось в дистанційному форматі. В контрольному класі учні здобували знання за традиційною системою, виконували одну лабораторну роботу переглядаючи відео досліду (мультимедійний додаток до підручника), а іншу лабораторну роботу за допомогою побутового обладнання. В експериментальному класі учні не тільки засвоювали теоретичні знання, а й застосовували їх на практиці, використовуючи віртуальні симулятори фізичних процесів. Результати другої самостійної роботи наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати самостійної роботи після проведеного експерименту

Оцінка	Учні КГ	Учні ЕГ
1 – 3	2	1
4 – 6	5	3
7 – 9	9	11
10 – 12	2	3

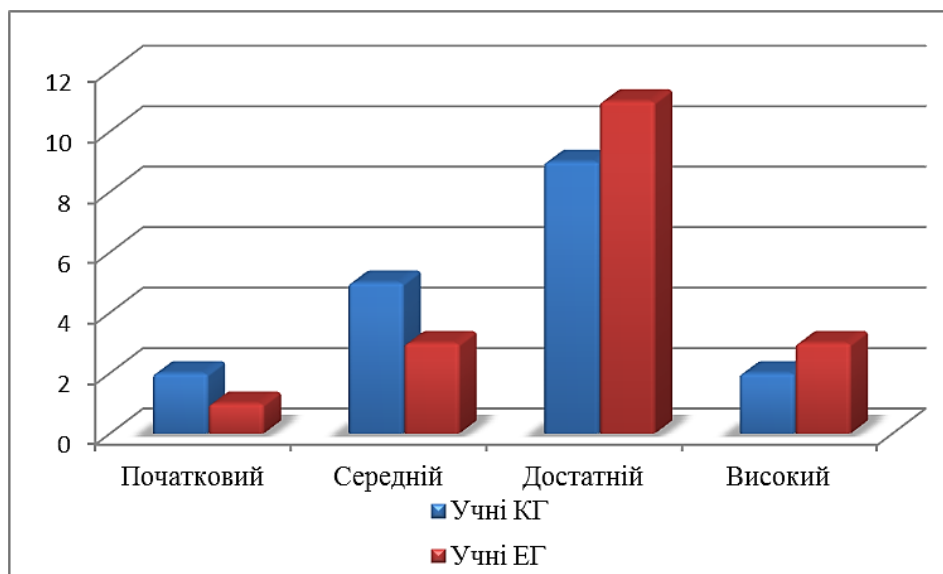


Рисунок 3.11 – Співставлення оцінок за самостійну роботу в експериментальній та контрольній групах

Аналізуючи отримані результати видно, що учні експериментальної групи впорались із виконанням другої самостійної роботи краще, ніж учні з контрольної групи.

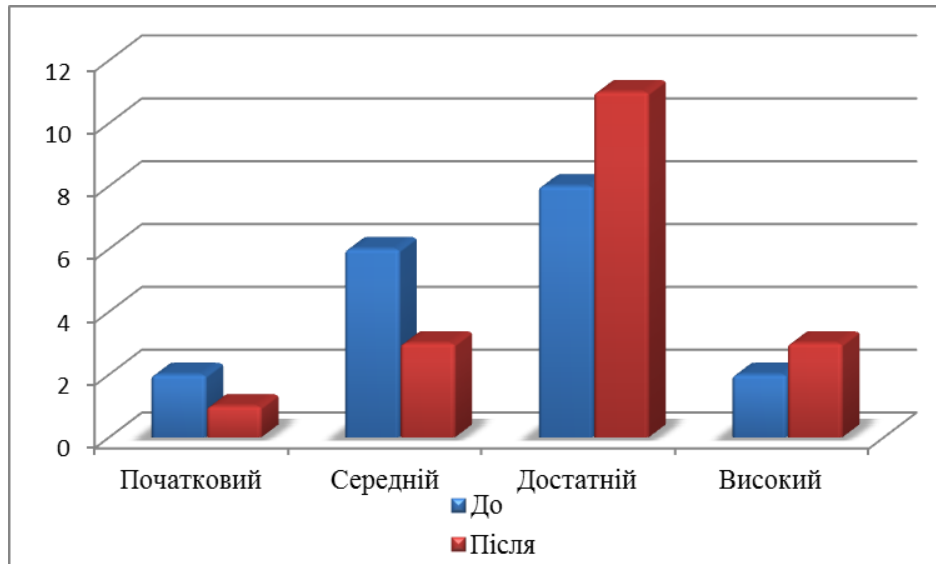


Рисунок 3.12 – Рівень знань учнів ЕГ до та після експерименту

З наведених даних бачимо, що рівень знань учнів експериментальної групи підвищився. В межах вивчення однієї теми один учень, що мав початковий рівень підвищив його до середнього, четверо учні з середнім рівнем знань підвищили до достатнього. Один учень підвищив свої знання до високого рівня. Із 18 учнів, шестеро покращили свій рівень знань, а це 33% класу.

Отже, впроваджено в навчальний процес з фізики запропоновані методичні засади до проведення фізичного експерименту з кінематики за допомогою віртуальних симуляторів фізичних процесів. Педагогічний експеримент довів ефективність цих засад, що дає підстави на його подальше використання в шкільному курсі фізики.

ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз наукової літератури з досліджуваної проблеми та проведення дослідно – експериментальної роботи з обґрунтування методичних засад проведення фізичного експерименту з кінематики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання є підставою для наступних висновків:

1. Виокремлено сучасні підходи до проведення фізичного експерименту у шкільному курсі фізики та труднощі, які виникають під час дистанційної форми навчання: відсутність фізичних приладів, складність дотримання санітарно – гігієнічних норм, складність здійснення контролю за технікою безпеки у процесі виконання дослідів.

2. З'ясовано педагогічну цінність використання віртуальних комплексів для проведення фізичного експерименту, зокрема: візуалізація складних і небезпечних дослідів, багаторазове проведення віртуального експерименту, можливість виконання дослідних робіт, реалізація діяльнісного підходу в освітньому процесі з фізики, розвиток творчих здібностей учнів у процесі використання побутового обладнання для виконання експериментальних робіт.

3. Розроблено методичні засади проведення лабораторних робіт з кінематики, що передбачають застосування сайту інтерактивних симуляцій PhET та побутового обладнання. Ці засади використано для розроблення методичних вказівок до виконання лабораторних робіт з тем «Вивчення руху тіла по колу» та «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху».

4. Впроваджено в освітній процес з фізики методичні засади використання симуляторів фізичних процесів для проведення фізичного експерименту з кінематики. Проведенням педагогічного експерименту

доведено їх ефективність та показано, що вони сприяють розвитку експериментаторських вмінь учнів.

У подальшому плануємо використовувати розроблені методичні засади у процесі підготовки учнів до олімпіад з фізики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Фізика та астрономія в сучасній школі. 2012. № 4 (99). С. 2 – 8.
2. Словник української мови. Академічний тлумачний словник (1970 – 1980). URL: <http://sum.in.ua/s/eksperiment> (дата звернення: 21.08.2023)
3. Методика навчання фізики в середній школі. URL: <https://fizmet.org/L1.htm> (дата звернення: 21.08.2023)
4. Коронавірус в Україні. Офіційний інформаційний портал кабінету Міністрів України. URL: <https://covid19.gov.ua> (дата звернення: 23.08.2023)
5. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні (затверджено Постановою МОН України. Кременем В. Г. 20 грудня 2000 р.)
6. Деякі питання організації дистанційного навчання: наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 №1115, Міністерство юстиції України 28 вересня 2020 р. за №941/35224.
7. Лотоцька А., Пасічник О. Методичні рекомендації: організація дистанційного навчання в школі. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recommendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf> (дата звернення: 23.08.2023).
8. EdEra: Онлайн – курс для вчителів та керівників шкіл про дистанційне навчання. URL: <https://courses.ed-era.com/courses/course-v1:MON-DECIDE+1+2020/about> (дата звернення: 25.08.2023).
9. Татарчук Г. М. Інституціоналізація дистанційного навчання: соціологічний аспект. *Навчання*. 2000. № 1. С. 63 – 72.
10. Гнатюк О. В. Особливості дистанційного навчання учасників освітнього процесу в умовах воєнного стану. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/732434/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82.pdf> (дата звернення: 25.08.2023).

11. Типовий перелік засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо – математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів. (затверджено Наказ Міністерства освіти і науки України 22.06.2016 № 704) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/file/text/57/f459197n22.doc> (дата звернення: 26.08.2023)
12. Різак В. М., Литвинова С. Г., Соколюк О. М., Чобаль О. І. Шкільний фізичний експеримент з використанням цифрових вимірювальних комплексів: старша школа: навчально – методичний посібник. Ужгород: УжНУ «Говерла», 2019. 256 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/716741/1/fizuka_print%20-Lytv_Sok.pdf (дата звернення: 26.08.2023)
13. Всеукраїнська школа онлайн. URL: <https://lms.e-school.net.ua> (дата звернення: 26.08.2023)
14. Масюк О. В. Фізичний експеримент у навчанні фізики в загальноосвітніх навчальних закладах. Методична розробка. Освітній портал «На урок». URL: <https://naurok.com.ua/metodichna-rozrobka-fizichniy-eksperiment-171300.html> (дата звернення: 26.08.2023)
15. Черкасова О. М. Методичні засади проведення лабораторних робіт з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання. Дипломна робота. ЗНУ, 2021.
16. Васильєва Л. А. Методика проведення домашніх лабораторних робіт з фізики в школі. Дипломна робота. Псков: ПсковГУ, 2012.
17. Федорова Ю. В., Казанська А. Я., Панфілова А. Ю., Шаронова Н. В. Лабораторний практикум з фізики із застосуванням цифрових лабораторій: Книга для вчителя. М.: Біном, 2012. 190 с.
18. В – Про: На допомогу вчителю: 5 практичних порад, як провести дослідну роботу в умовах дистанційного навчання. URL: <https://b-pro.com.ua/statti/poglyad-eksperta.-laboratorni-roboti-v-umovah-distancijnogo-navchannya> (дата звернення: 27.08.2023)

19. Головіна О.М. Методи й матеріали дистанційного викладання фізики. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodi-j-materiali-distancijnogo-vikladanna-fiziki-464328.html> (дата звернення: 27.08.2023)
20. Вікіпедія – вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата звернення: 29.08.2023)
21. Дементієвська Н. В. Використання Інтернет – ресурсів для навчального експерименту з курсу фізики середньої школи. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/11084179.pdf> (дата звернення: 29.08.2023)
22. Стаття «Симуляції» з Вікіпедії. URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%86%D1%96%D1%8F> (дата звернення: 29.08.2023)
23. Educalingo: словник для допитливих людей. URL: <https://educalingo.com/ru/dic-en> (дата звернення: 31.08.2023)
24. Roger D. Smith, Simulation Article. Encyclopedia of Computer Science, 4th Edition, July 2000. URL: <http://www.modelbenders.com/encyclopedia/encyclopedia.html> (дата звернення: 31.08.2023)
25. Юрченко А. О. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики. *Фізикоматематична освіта. Науковий журнал*. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2015. № 1 (4). С. 55 – 63.
26. AR Book – платформа для вчителів та шкіл. URL: <https://dev.arbook.info/> (дата звернення: 02.09.2023)
27. ROQED – платформа для розширення можливостей у викладанні лабораторних та практичних робіт по фізиці URL:<https://roqed.com.ua/index.html> (дата звернення: 02.09.2023)
28. Фізика в школі – HTML5 наукова платформа для симуляцій фізичних явищ та математичних понять. URL: <https://www.vascak.cz/> (дата звернення: 02.09.2023)
29. Physics Simulations онлайн – платформа віртуальних симуляцій. URL: <https://www.myphysicslab.com/> (дата звернення: 03.09.2023)

30. JavaLab: сайт електронних симуляцій. URL :<https://javalab.org/en/> (дата звернення: 03.09.2023)
31. Golabz.eu. URL: <https://www.golabz.eu> (дата звернення: 03.09.2023)
32. Методичні рекомендації для вчителів Go – Lab. Автори: Тод де Джонг, Маттіас Гінц, Адріан Гользер, Фані Стіланіду. 2015, Синдикат Go – Lab. URL: http://storage.eun.org/resources/upload/809/20180622_165137226_809_Go-Lab%20D6.6_USM_UK.pdf (дата звернення: 08.09.2023)
33. PhET Interactive Simulation. URL: <https://phet.colorado.edu/en/about> (дата звернення: 08.09.2023)
34. «STEM: інноваційні можливості реформування системи освіти у ЗП(ПТ)О». *Збірник матеріалів Всеукраїнського методичного марафону* Автор – упорядник Ю. Зоря. Черкаси: ЧОПОПП, 2021. 218 с. URL: http://oipopp.ed-sp.net/public/attached_files/zb_rnyk_marafon.pdf (дата звернення: 09.09.2023)
35. Василенко А. О., Масич В. В., Проведення лабораторних робіт з фізики в умовах дистанційного навчання в загально освітній середній школі Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди Анотація. Освітній портал «На урок». URL: <https://naurok.com.ua/provedennya-laboratornih-robit-z-fiziki-v-umovah-distanciynogo-navchannya-v-zagalno-osvitniy-seredniy-shkoli-351140.html> (дата звернення: 09.09.2023)
36. Компанія EdPro: Точка опори вчителям фізики. Підбірка програм, сайтів, ютуб – каналів для учителів фізики та усіх, хто цікавиться наукою. URL: <https://edpro.ua/blog/tochka-opori-vchitelyam-fiziki> (дата звернення: 10.09.2023)
37. Корисні онлайн – ресурси для вчителів фізики та астрономії. URL: <https://educationpakhomova.blogspot.com/2021/11/blog-post.html> (дата звернення: 10.09.2023)
38. PhysPort Підтримка викладання фізики за допомогою дослідницьких ресурсів. URL: <https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=93337> (дата звернення: 10.09.2023)

39. Андреев А. М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання. *Педагогічні науки*. 2020. Випуск 90. С. 22 – 27.
40. Бар'яхтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О., Кірюхіна О. О. Фізика (рівень стандарту): підручник для 10 класу загальної середньої освіти Харків: Видавництво «Ранок», 2023. URL: <https://drive.google.com/file/d/1lxxroscvVviWd2zUjDm4uvb0nG8OHo2OJ/view> (дата звернення: 15.09.2023)
41. Шарко В. Д. Підготовка вчителя до розвитку пізнавальної активності учнів засобами віртуального фізичного експерименту як методична проблема *Інформаційні технології в освіті*. 2013. №14. С. 34 – 41.
42. Жарких Ю. С., Лисоченко С. В., Сусь Б. Б., Третяк О. В. Міждисциплінарний підхід до створення віртуальних лабораторних практикумів. *Вісник національного університету «Львівська політехніка»*. 2013. № 775. С. 29 – 34.
43. Садовий М. І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник Кіровоград: ПП Центр оперативної поліграфії «Авангард» 2013. 252 с.
44. Закалюжний В. М., Руденко М. П. Домашні досліди та спостереження з фізики в старшій школі. *Фізико – математична освіта*. 2017. Випуск 2 (12). С. 71 – 74.
45. Слободяник О. В., Виконання домашніх експериментальних завдань з використанням PhET – симуляцій. *Наукові записки*. 2014. С.165 – 168.
46. Дементієвська Н. П., Використання онлайн-симуляцій з фізики для проведення навчального експерименту. УДК 371.321. URL: <http://surl.li/nmtpb> (дата звернення: 15.09.2023)

ДОДАТОК А

Підготовчий етап виконання лабораторних робіт з теми «Вивчення руху тіла по колу» та з теми «Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху» у 10 класі

1. Тіло рухається з незмінною за модулем швидкістю за траєкторією, наведеною на (рис.А.1). Порівняйте прискорення в трьох точках траєкторії.

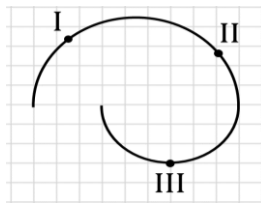


Рисунок А.1 – Траєкторія руху тіла

2. Кулька рівномірно рухається по колу. У якому випадку напрямок прискорення руху кульки показано правильно?

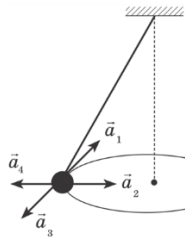


Рисунок А.2 – Рівномірний рух кульки по колу

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

4. Якою є обертова частота точок патрона електродриля, якщо за хвилину патрон здійснює 900 обертів?

5. Автомобіль рівномірно рухається зі швидкістю 54 км/год по опуклому мосту радіусом 450 м. З яким прискоренням рухається автомобіль?

6. Автомобільне колесо, діаметр якого 60 см, робить 142 оберти за 12 с. Визначте швидкість руху автомобіля.

7. Швидкість руху диска «болгарки» в точці дотику з поверхнею яку обробляють повинна бути не меншою ніж 90 м/с. Якими будуть обертова частота і період обертання диска, якщо його діаметр дорівнює 140 мм?

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

9. Визначте за графіком, яке з тіл рухається рівносповільнено прямолінійно в напрямі, протилежному осі ОХ наведено на (рис. А.3).

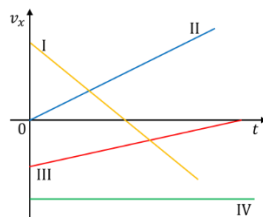


Рисунок А.3 – Графік руху тіл

10. За графіком залежності швидкості від часу визначте проекцію прискорення тіла.

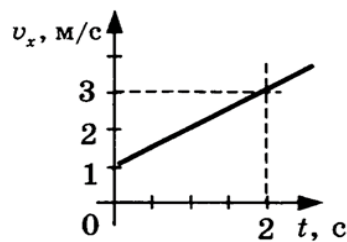


Рисунок А.4 – Графік руху тіла

11. Визначте, рівняння руху якого з тіл може мати вигляд: $x = 280 - 25t + 0,3t^2$ та яке прискорення руху цього тіла наведено на (рис. А.5).

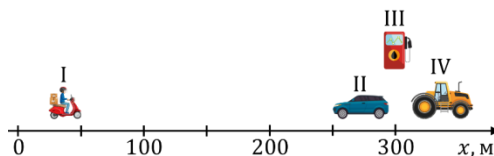


Рисунок А.5 – Рух тіл по осі ОХ

12. За графіком залежності швидкості від часу, який наведено на рисунку, охарактеризуйте рух тіла, визначте початкову швидкість, прискорення його руху та запишіть рівняння $v_x(t)$, $s_x(t)$

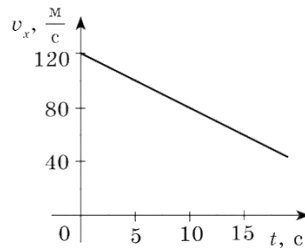


Рисунок А.6 – Рух тіла

13. За 5 с швидкість руху мотоцикліста збільшилась від 34 км/год до 56 км/год. З яким прискоренням він рухався? Запишіть формулу залежності швидкості від часу і побудуйте відповідний графік, якщо мотоцикліст рухався рівноприскорено.

14. Два катери пливуть озером назустріч один одному з пунктів А і В, відстань між якими 150 м. Через який час і на якій відстані від пункту А вони зустрінуться, якщо початкові швидкості їхнього руху відповідно дорівнюють 15,4 км/год і 20,6 км/год, а прискорення однакові за модулем і мають значення $0,5 \text{ м/с}^2$?

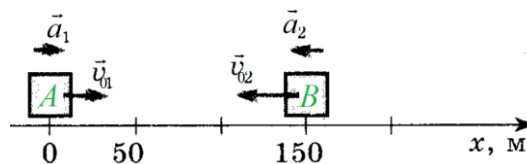


Рисунок А.7 – Рух тіл по осі ОХ

15. Від яких чинників залежить прискорення, з яким тіло скочується похилою площиною. Запишіть план проведення відповідного експерименту, проведіть його та зробіть висновок щодо правильності вашого припущення.