

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет
імені А. С. Макаренка

О. О. Пасько

**ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ
ОСВІТНІХ ЗАСОБІВ
У НАВЧАННІ МЕХАНІКИ УЧНІВ
ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

Методичний посібник

**Суми
Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка
2013**

УДК 37.016:[531/534+004.032.6]

ББК 74.265.10я73

Друкується за рішенням Вченої ради С
умського державного педагогічного університету
імені А. С. Макаренка (протокол № 6 від 23.12.2013 р.)

Рецензенти:

Величко С. П., доктор педагогічних наук, професор завідувач кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені В. Винниченка.

Каленик М. В., – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

Пасько О.О.

П 19 Використання мультимедійних освітніх засобів у навчанні механіки учнів загальноосвітніх навчальних закладів : метод. посіб. / О. О. Пасько. – Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2013. – 76 с.

У посібнику описані методичні основи використання мультимедійних освітніх засобів у навчанні механіки курсу фізики загальноосвітньої школи відповідно до інтегративної моделі організації навчального процесу.

Посібник призначений для студентів педагогічних спеціальностей фізико-математичного напряму підготовки та вчителів фізики.

УДК 37.016:[531/534+004.032.6]

ББК 74.265.10я73

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....	7
1.1. Моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач засобами мультимедіа.....	9
1.2. Місце мультимедійних засобів під час постановки і розв'язування пізнавальних завдань	17
1.3. Удосконалення демонстраційного експерименту з механіки засобами мультимедіа.....	21
1.4. Формування умінь в учнів користуватися графіками у механіці використанням мультимедійних засобів	29
1.5. Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки	32
Розділ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ У ФОРМУВАННІ ПОНЯТЬ ПРО КОМПОНЕНТИ ЗМІСТУ МЕХАНІКИ	38
2.1. Вивчення механіки у курсі фізики основної школи	39
2.2. Вивчення механіки у курсі фізики старшої школи	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	64

ПЕРЕДМОВА

Сьогодні у теорії та методиці навчання фізики продовжується інтенсивний пошук форм і методів навчання, які б дозволили найбільш ефективно розв'язати ті завдання, які були поставлені перед шкільною фізичною освітою Державним стандартом базової середньої освіти.

Традиційно результат вивчення логічно завершених частин змісту шкільного курсу фізики визначався знаннями, уміннями й навичками, які стосувалися окремих одиниць навчального матеріалу і окремих способів діяльності. На цей результат була спрямована організація навчального процесу. Відповідно до сучасних тенденцій розвитку освітньої системи, результатом навчальної діяльності учнів повинні стати не просто окремі знання, уміння і навички, а більш складні уміння і якості особистості – компетентності. Компетентність – характеристика особистості учня, його здатності до здійснення особистісно і соціально значущої продуктивної діяльності, яка є результатом інтеграції й інтеріоризації визначеної освітніми компетенціями сукупності взаємозв'язаних ціннісних орієнтацій, знань, умінь, навичок. А тому, розглядаючи навчальний процес, треба відмовитися від його трактування як процесу передачі знань, вмінь та навичок тим, хто навчається. Навчання необхідно тлумачити як перетворення досвіду людства у досвід тих, хто навчається, тим самим стверджуючи його розуміння як одного з видів людської діяльності.

Досягнення вказаних освітніх цілей зумовлює необхідність переосмислення певних традиційних поглядів на організацію навчання фізики у вітчизняних загальноосвітніх навчальних закладах для удосконалення методів і засобів навчання та розробки відповідного навчально-методичного забезпечення процесу навчання фізики.

Механіка є однією із найважливіших складових курсу фізики загальноосвітньої школи. Поняття і закономірності механіки широко застосовуються у молекулярно-кінетичній теорії, в оптиці, статистичній фізиці, квантовій механіці. Особливе значення механіки у курсі фізики полягає у тому, що саме під час її вивчення є можливість з достатньою очевидністю розкрити структуру фізичної теорії. Таким чином, саме у процесі вивчення механіки формуються фізичний світогляд, фізичне

мислення, а, отже, безпосередньо предметна компетентність учня. У зв'язку з цим існує нагальна необхідність створення методики навчання механіки у загальноосвітніх навчальних закладах на основі мультимедійних засобів, яка забезпечить достатній рівень оновлення методичних підходів до її вивчення, організацію процесу навчання механіки на рівні сучасних вимог до предметних компетенцій учнів, реалізацію дидактичного потенціалу мультимедійних засобів навчання, підвищення якості комп'ютерно орієнтованих засобів навчання і навчальних середовищ для підтримання цієї діяльності, що значною мірою вплине на розуміння учнями окремих компонентів навчального змісту механіки та на якість засвоєння курсу фізики загальноосвітньої школи в цілому.

Досягненню вказаних освітніх цілей сприяє використання сучасних мультимедійних засобів навчання. Такими сучасними засобами є сенсорні мультимедіа-дошки та подібне обладнання, яке дозволяє одночасно проводити операції зі статичними та динамічними зображеннями, спроектованими на великий сенсорний екран.

Разом з тим, ефективне використання сучасних засобів інформатизації у загальній середній освіті неможливе без розробки методики застосування їх у процесі навчання кожного навчального предмета. Якою б не була оснащеність шкіл комп'ютерною технікою, доступом до світових телекомунікативних систем, використання всіх цих інновацій буде мінімальним без наявності відповідних умінь, знань і мотивації педагогів, їх розробка з наступним навчанням учителів стає важливою державною задачею.

Сьогодення характеризується значною кількістю досліджень, науково-педагогічних і методичних публікацій та розробок, присвячених теоретичному обґрунтуванню та практичному використанню комп'ютера для супроводу навчального процесу при вивченні фізики та інших дисциплін, які переконливо свідчать про незаперечні переваги раціонального поєднання традиційних методичних систем навчання з новими інформаційними технологіями.

Проте часто сучасна техніка у навчальних закладах висить «мертвим вантажем». Відсутність теоретичних основ та методично обґрунтованих способів використання мультимедійних засобів на уроках фізики

призводить до того, що вчителі не знаходять їй застосування під час навчання у повній мірі. Більшість із тих, хто застосовує подібні засоби навчання, використовують їх тільки для демонстрування електронних презентацій, створених з використанням програмного засобу MS PowerPoint, рідше – для показу навчальних медіа-продуктів зі шкільної медіатеки, а дехто продовжує оперувати традиційними засобами – крейдою, плакатами тощо. Компанії, що постачають до освітніх установ техніку, теж не створюють належних передумов для роботи з нею – готових програмних рішень, доступних кожному вчителю.

У педагогічній і методичній літературі розглядається переважно взаємодія учня з персональним комп'ютером, а питанням, що пов'язані зі спеціалізованими мультимедійними засобами майже не приділяється належної уваги. У той же час класно-урочна система організації навчання залишається основною у вітчизняній школі.

Отже, існує об'єктивна невідповідність між дидактичним потенціалом мультимедійних засобів навчання та відсутністю узгодженої системи їх застосування у навчальному процесі з фізики.

Автором запропоновано теоретичні та методичні основи використання у процесі вивчення компонентів змісту механіки мультимедійних засобів навчального призначення, які ґрунтуються на застосуванні особистісно орієнтованих, інтерактивних методів навчання та забезпечують реалізацію принципів унаочнення і доступності освітнього процесу.

Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Згідно діючої навчальної програми з фізики та положення про 12-бальне оцінювання навчальних досягнень учнів одиницею навчального змісту є компонент: фізичне явище, фізична величина, фізичний закон, фізична теорія, фундаментальний фізичний експеримент, прилад та пристрій. До кожного з цих компонентів змісту шкільного курсу фізики наводяться узагальнені системи їх істотних ознак. Таким чином, повна система цих ознак утворює *блок структурних елементів*.

Твердження про істотні ознаки компонентів змісту ШКФ, їх блоки утворюють *навчальний матеріал*, який учні повинні, розуміти, зберігати у довготривалій пам'яті, вміти застосовувати до конкретних ситуацій.

Усі відомості, які слугують для пізнання, розуміння й засвоєння навчального матеріалу, є *дидактичним матеріалом*. Якщо навчальний матеріал, відображаючи наукові знання, є інваріантним, тобто не залежить від вчителя або автора підручника, то дидактичний матеріал багатоваріантний.

Між твердженнями про істотні ознаки, їх блоками існують зв'язки *послідовності* (одні структурні елементи не можуть бути розглянуті раніше тих, на ґрунті яких вони вводяться), *перетинання* (існують групи понять, які мають однакові за змістом повні набори істотних ознак) та *поглинання* (існують питання програми, які об'єднують навколо себе інші питання з даної теми або розділу, утворюючи генеральну лінію розвитку змісту теми чи розділу) [12, 36].

Таким чином, *предметні компетенції* в області шкільного курсу фізики складаються із систем істотних ознак понять про компоненти змісту цього навчального предмета і систем дій, з яких складається діяльність щодо застосування змісту понять до конкретних ситуацій.

Предметна компетентність – визначає те, що учень *знає* (системи істотних ознак понять), *розуміє* (здатний встановлювати відповідність між істотними ознаками понять і істотними властивостями предметів і явищ оточуючої дійсності, зв'язками між істотними ознаками понять й

істотними властивостями зазначених фізичних об'єктів), *уміє* користуватися фізичними поняттями в конкретних ситуаціях, зокрема під час розв'язування фізичних задач.

У шкільній програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів поряд зі змістом «навчального матеріалу» визначені предметні компетентності для відповідного розділу змісту навчального предмета. При цьому використовуються такі ключові слова: «За результатами вивчення розділу учні: знають..., розуміють..., здатні пояснити..., вміють утворювати..., вміють класифікувати..., вміють розрізняти..., вміють складати..., знають способи вимірювання..., володіють експериментальними способами визначення..., володіють експериментальними способами дослідження..., вміють зображувати..., здатні будувати..., здатні аналізувати..., можуть розв'язувати фізичні задачі»[23; 24].

Тоді під *навчальними досягненнями* учнів з фізики треба розуміти наявні у них предметні компетентності.

Відповідно до інтегративної моделі організації навчального процесу базова структура циклу, в якому відбувається формування цілісних уявлень про компонент навчального змісту шкільного курсу фізики, має вигляд:

I. Висування навчальної задачі.

Мотивація наступної діяльності учнів.

II. Прогнозування наступної діяльності.

Визначення системи завдань, виконання яких дозволить розв'язати навчальну проблему.

III. Виконання плану.

Розв'язування пізнавальних завдань, послідовне введення істотних ознак компоненту змісту навчального предмета.

IV. Узагальнення і систематизація вивченого.

Створення системи істотних ознак, що розкривають зміст компонента.

V. Розв'язування навчальної задачі.

Демонстрація узагальненого способу діяльності.

VI. Робота з результатом.

Розв'язування фізичних задач, включення вивченого до загальної системи знань [14].

На окремих уроках, що входять у цикл, може реалізуватися як один із цих елементів, так і їх системи.

Структура циклу у загальному вигляді зберігається під час вивчення будь-якої одиниці навчального змісту та визначає узагальнену послідовність спільних дій вчителя й учнів. Водночас кожен етап циклу набуває конкретного змісту в залежності від навчального матеріалу, що вивчається, і раціональних способів діяльності, які при цьому використовуються.

Організаційні форми навчальної діяльності визначають роль і місце засобів навчання у навчальному процесі.

Класна дошка відіграє важливу роль в організації колективної діяльності суб'єктів навчального процесу. Розповідь учителя або його діалог з учнями на уроці передбачає виконання на класній дошці певних записів, малюнків, схем, графіків, креслень: визначення предмета наступної навчальної діяльності учнів завершується записом теми уроку; введення і роз'яснення змісту нових термінів супроводжується їх записом; виведення формул, розв'язування фізичних задач, проведення фізичного експерименту, узагальнення змісту окремих частин і всього навчального матеріалу уроку теж передбачає виконання записів і графічних зображень, як на класній дошці так і в зошитах учнів.

У всіх випадках записи і графічні зображення є одним із засобів організації колективної діяльності суб'єктів навчального процесу, яка виявляється у фронтальній розумовій діяльності учнів класу, що здійснюється у процесі роботи над навчальним матеріалом, матеріалізуючи головні етапи навчального процесу.

1.1. Моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач засобами мультимедіа

Традиційна організація уроків передбачає, що перед вивченням нового матеріалу вчитель формулює тему заняття, вважаючи, що вона визначає мету наступної діяльності. Щоб ця мета була сприйнята учнями, тема записується на класній дошці та у робочих зошитах учнів, а потім пояснюється її пізнавальна значущість. Головною особливістю

такої організації першого етапу навчального заняття є те, що дані про мету діяльності надається учням як факт, який школярі повинні усвідомити та сприйняти.

Беручи за основу інтегративну модель організації навчального процесу, мета наступної пізнавальної діяльності формулюється вчителем у вигляді *навчальної задачі*. Характерним для даного виду задач є їх використання для виявлення нового для учнів змісту фізичних об'єктів (що у контексті нашого дослідження є навчальним матеріалом з механіки) і формулювання у школярів відповідних способів навчальної діяльності. У ролі умови навчальна задача містить реальний об'єкт, якому притаманні всі чи більшість істотних ознак компонента, що вводиться, та дає змогу виділити цей компонент як предмет пізнання. Її розв'язання спрямоване не на зміну предмета, а на зміну самого діючого суб'єкта – на оволодіння ним способами розумових дій. Специфіка навчальної задачі полягає саме у тому, щоб учень опанував загальний принциповий підхід до розв'язання всіх задач даного класу. А вчитель, який поставив навчальну задачу перед учнем, має створити ситуацію, яка зорієнтує його на цей загальний спосіб розв'язання у конкретних умовах.

Таким чином, розв'язання навчальної задачі є кінцевою метою діяльності з пізнання змісту компоненту, спирається на мотивацію діяльності школярів, створюючи передумови для їхньої активної розумової діяльності та має кінцевим результатом узагальнений спосіб розв'язування цілого класу типових задач.

Встановити взаємозв'язок між предметною і розумовою діяльностями школярів під час висування навчальних задач допомагає моделювання відповідних ситуацій мультимедійними засобами навчання.

У структурі діяльності вчителя і учнів під час висування навчальної задачі з використанням мультимедійних засобів можна виділити таку послідовність систем дій:

1. Визначення вчителем мети навчальної діяльності, яка формулюється у такому вигляді: «за результатами вивчення учні повинні знати ..., вміти...».

2. Створення інтелектуального утруднення – протиріччя між наявними в учнів знаннями і тим, що вони повинні засвоїти, вираженого у відповідній задачній ситуації.

3. Демонстрація на екрані мультимедіа-засобу опорного фактичного матеріалу (спостереження за реакцією учнів).

4. Виокремлення з ситуації навчальної задачі предмету пізнання.

5. Формулювання умови навчальної задачі.

6. Виділення предмету наступної діяльності, орієнтованого на кінцевий результат.

Можна виділити кілька способів включення мультимедійних засобів у колективну навчальну діяльність зі створення проблемної ситуації та постановки навчальної задачі.

1. Формулювання навчальної задачі на основі демонстрації фактичного матеріалу

На поверхні мультимедійної дошки демонструється опорний фактичний матеріал, що призводить до виникнення проблемної для учнів ситуації – інтелектуального утруднення, вирішити яке можна лише після вивчення певного навчального матеріалу. Після цього вчитель формулює навчальну задачу.

За змістом демонстраційного матеріалу можемо виділити дві групи демонстрацій:

– комп'ютерна демонстрація явища (учням пред'являється модель явища в природних умовах його перебігу);

– комп'ютерна демонстрація фізичного експерименту (учням пред'являється модель роботи експериментальної установки і спостережуваного на ній ефекту);

– комп'ютерна демонстрація моделі (учням пред'являється цифрова модель приладу чи технічного пристрою, що ілюструє його будову та принцип дії).

Прикладом включення мультимедійних засобів у навчальну діяльність для створення проблемної ситуації може бути вивчення закону Паскаля (на першому концентрі).

Учні повинні засвоїти формулювання закону Паскаля: тиск, який діє на рідину або газ, передається ними в усіх напрямках однаково.

І. Висування навчальної задачі.

На поверхні мультимедійної дошки демонструються зображення явищ, які коментує вчитель: «Розглянемо такі фізичні явища:

1. Мильна бульбашка під час дотику пальцем розривається у різних місцях (демонструються зображення на екрані):



Рис. 1.1. Фотографії: Як лопається мильна бульбашка

2. Якщо із дрібнокаліберної гвинтівки вистрілити у варене яйце, у ньому утвориться акуратний отвір. Якщо ж куля потрапляє у сире яйце – воно розлітається вщент (демонструється відео чи фотографія).



Рис. 1.2. Яйце, пробите кулею

Спільним у цих явищах є те, що дія сили на окрему частину тіла викликає його руйнування. Перед нами стоїть задача – *пояснити, продемонстровані явища.*

II. Прогнозування наступної діяльності.

Припускають, що, між тиском, спричиненим рукою або кулею відповідно на повітря або газ, і тиском повітря або рідини на всі частини оболонок, в яких вони містяться, існує деяких взаємозв'язок, тому для розв'язування поставленої задачі необхідно дослідити, як пов'язані тиск на рідину або газ і тиск цих речовин на частини посудин, у яких вони містяться.

Вводяться істотні ознаки закону Паскаля.

2. Ілюстрування викладу засобами мультимедіа

Проблемна ситуація створюється вчителем за допомогою одного зі словесних методів навчання. Паралельно для ілюстрування чи конкретизації розповіді відбувається демонстрація мультимедійних об'єктів за допомогою мультимедіа-засобу. Вчитель формулює навчальну задачу у вигляді запитання.

Приклад. Фрагмент уроку «Гідравлічна машина» 8 клас.

Учні повинні засвоїти: 1. Найпростіша гідравлічна машина складається з двох циліндрів, у яких розміщені поршні. Циліндри з'єднані трубкою і заповнені мінеральним маслом. 2. Сили, які діють на зрівноважені поршні гідравлічної машини, пропорційні площам цих поршнів $\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}$.

I. Висування навчальної задачі.

Учитель починає постановку навчальної задачі з повідомлення про те, що у техніці широко використовуються різноманітні гідравлічні пристрої: гідравлічний прес, гідравлічний домкрат, гідравлічне гальмо.

1. На екрані демонструється інтерактивна модель гідравлічного пресу (рис. 1.3).

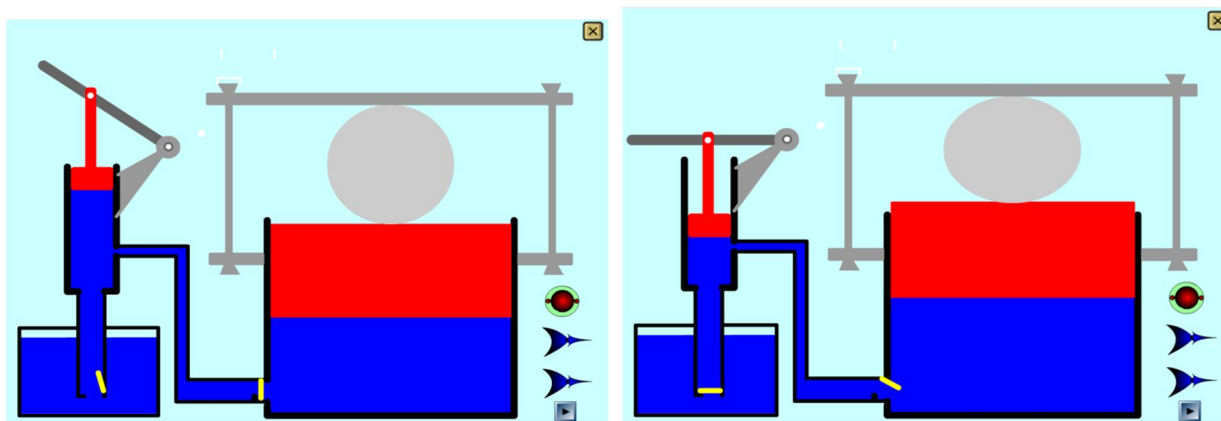


Рис. 1.3. Кадри інтерактивної моделі «Гідравлічний прес».

Демонстрація супроводжується поясненням вчителя: якщо на малий поршень подіяти невеликою силою, то великий поршень з великою силою буде діяти на предмет, який стискається.

2. Далі демонструється модель гідравлічного домкрату (рис. 1.4).

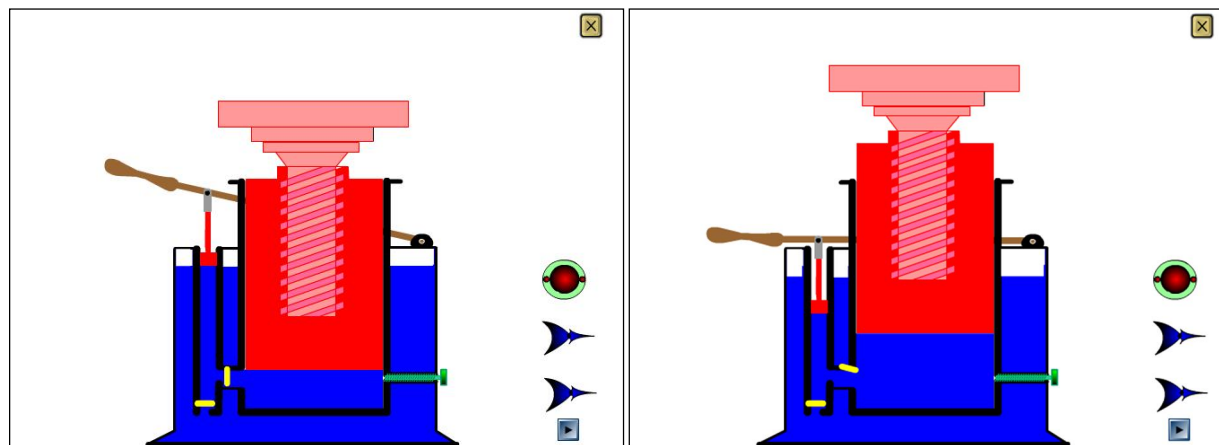


Рис. 1.4. Кадри інтерактивної моделі «Гідравлічний домкрат»

За допомогою цього домкрату можна підняти тіло з великою вагою, діючи на малий поршень невеликою силою.

3. Демонструється динамічна комп'ютерна модель гідравлічного гальма (рис 1.5).

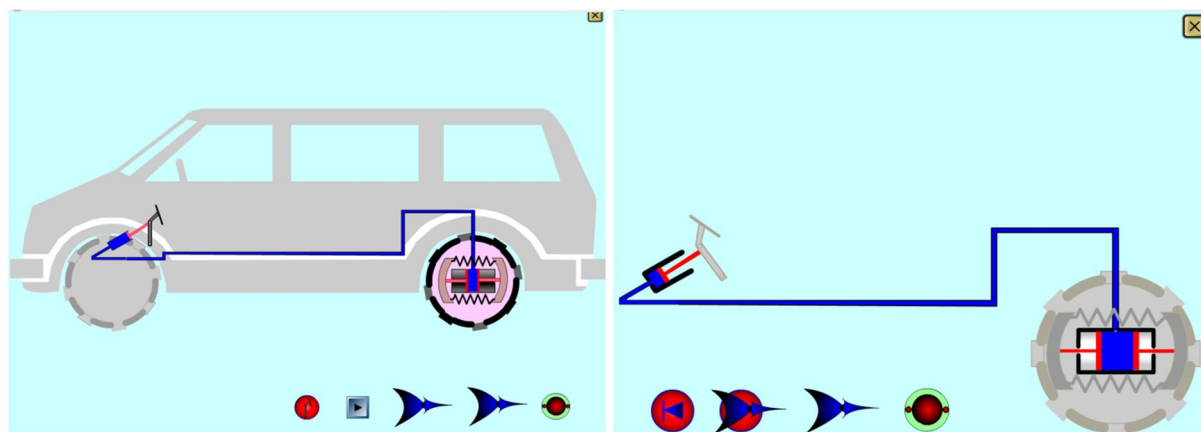


Рис. 1.5. Кадри інтерактивної моделі «Гідравлічне гальмо»

Учитель пояснює, що діючи на педаль гальма, з'єднану з малим поршнем, можна зупинити обертання коліс автомобіля, для чого потрібна значна сила.

Ставиться навчальна задача: Чому за допомогою вказаних пристроїв, прикладаючи невелику силу, можна отримати значно більшу?

II. Прогнозування наступної діяльності.

Аналізуються моделі пристроїв зображені на екрані. Учні знаходять спільне в усіх схемах: 1) два циліндри різного поперечного перерізу; 2) у циліндрах можуть переміщуватися поршні; 3) простір між поршнями заповнений рідиною.

Вчитель від руки зарисовує загальну схему цих пристроїв (або звертається до готового зображення), яка відображає будову гідравлічної машини. Після, цього роблять висновок, що для вирішення поставленої задачі, необхідно встановити зв'язок між силами, які діють на поршні гідравлічної машини.

На наступному етапі відбувається вивчення принципу дії гідравлічної машини.

3. Мультимедійне формулювання умови навчальної задачі.

Часто у ролі навчальної задачі учням пропонується розв'язати деяку практичну задачу.

Першочерговим етапом у розв'язуванні навчальної задачі є аналіз та розуміння ситуації, що у ній пропонується, результатом чого стає з'ясування й усвідомлення її фізичного змісту – визначення фізичних об'єктів, їх станів та процесів, що відбуваються, мети її розв'язування. Ознайомлення з умовою навчальної задачі передбачає усвідомлення ситуації що пред'являється. У результаті у свідомості школяра утворюється її образ. А отже і зміст їх розумової діяльності, залежить від форми пред'явлення умови цієї задачі.

Можлива ілюстрація ситуації, що розглядається у навчальній задачі на поверхні мультимедійної дошки.

Прикладом може бути ілюстрація ситуації навчальної задачі під час вивчення сили тяжіння у 8 класі.

Учні повинні засвоїти: 1. Сила, з якою тіло притягується до Землі, називається силою тяжіння. 2. Сила тяжіння прикладена до тіла і напрямлена вертикально вниз. 3. Чим більша маса тіла, тим більша діє на нього сила тяжіння. Тому, відношення сили тяжіння до маси тіла, на яке діє ця сила, для даної географічної широти є величина стала.

$$\frac{F_T}{m} = g, \quad \text{де } g = 9,8 \frac{H}{кг}$$

І. Висування навчальної задачі.

На екрані демонструється стробоскопічна фотографія або модель падіння тіла (рис. 1.6). У нашому випадку це анімоване зображення положень кулі, що вільно падає. Якщо порівняти шляхи, які проходить куля за однакові інтервали часу, то видно, що ці шляхи збільшуються. Це вказує на те, що швидкість кулі весь час збільшується. Отже, на кулю дія сила.

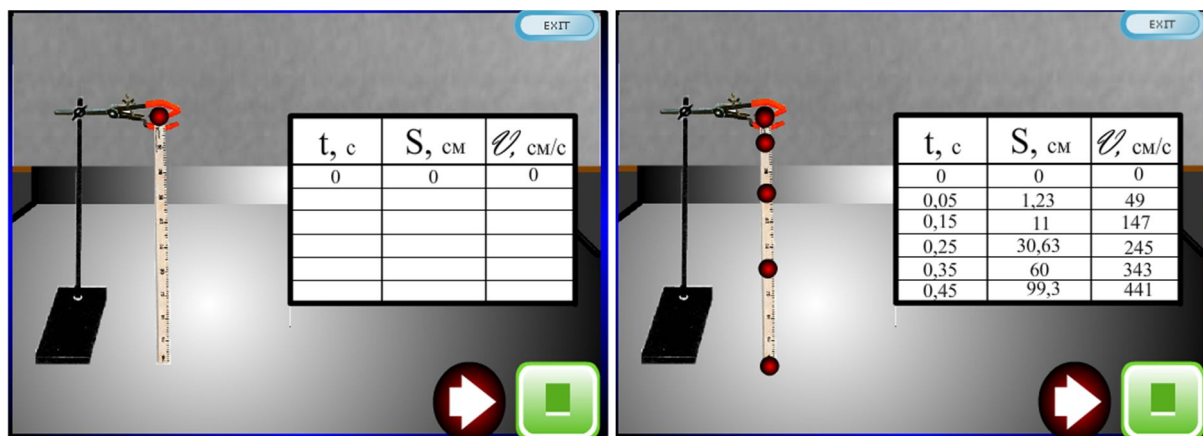


Рис. 1.6. Кадри анімації «Стробоскопічне зображення тіла, що вільно падає»

Ставимо навчальну задачу: *З'ясувати, яка сила діє на тіло у будь-якій точці біля поверхні Землі. Які особливості даної сили?*

Вводимо істотні ознаки сили тяжіння.

Таким чином, завдяки використанню мультимедіа-технологій, осмислення відомостей, що отримують учні, переходить з теоретико-практичної площини у наочно-образну або навіть наочно-дієву. А отже, використання засобів мультимедіа для моделювання ситуацій, пов'язаних із висуванням навчальних задач, дозволяє:

1) створити *позитивне ставлення* до предмету навчальної діяльності і до самої діяльності та посилити пізнавальну мотивацію учнів;

2) сприяє *активізації сприйняття* учнів при одночасному сприйманні висловлюваної вчителем даних (аудіальний канал) та виведеного на екран ілюстративного чи демонстраційного матеріалу (візуальний канал);

3) *посилює розуміння* учнями ситуації навчальної задачі як предмету наступної діяльності.

Після визначення проміжних цілей розпочинається пізнавальна діяльність учнів – виконуються системи дій щодо розв'язання пізнавальних задач. Іншими словами, відбувається вивчення нового матеріалу.

1.2. Місце мультимедійних засобів під час постановки і розв'язування пізнавальних завдань

Вивчення кожної з істотних ознак компонента розпочинається з формулювання мети діяльності, що визначається пізнавальним завданням.

Пізнавальне завдання – завдання, результатом виконання якого є визначення істотної ознаки компонента, що вивчається.

Особливістю пізнавальних завдань є те, що вони часто формулюються у вигляді *запитання, задачі* або *вимоги*. Умова цієї задачі вводиться після поставленого запитання. Але можливо формулювання одночасно умови задачі її запитання або вимоги.

Пізнавальні задачі можна умовно поділити на проблемні і не проблемні.

Для неproblemної задачі властиво те, що її розв'язання являє собою систему умовиводів, посилення для яких або відомі (містяться у вже засвоєному навчальному матеріалі), або визначаються за допомогою різних джерел навчального матеріалу.

Для проблемної задачі властиво те, що для описаного вище способу діяльності немає необхідних знань, тому вимушені йти іншим шляхом – висунути гіпотезу (можливу відповідь на запитання або вимогу задачі), а потім шукати її підтвердження або спростування.

Розв'язання пізнавальних завдань може відбуватися або самим вчителем, або колективно, або в робочих групах учнів.

Таким чином, розв'язування пізнавальних завдань – один із способів пояснення нового матеріалу.

У навчальній діяльності з постановки та розв'язування пізнавальних завдань можна виділити такі етапи:

- 1) формулювання пізнавального завдання;
- 2) встановлення способу його розв'язування на емпіричному рівні пізнання;
- 3) проведення відповідних експериментальних досліджень (реальних чи віртуальних);
- 4) формулювання відповіді на пізнавальне завдання у вигляді індуктивних умовиводів, які відповідають змісту істотної ознаки компоненту, що вивчається;

5) фіксація зображень та ключових слів у робочому конспекті.

Ситуації, які відображають зміст пізнавального завдання або способ його вирішення, можуть бути пред'явлені за допомогою різних засобів – повідомленням вчителя або ж за допомогою зображень на поверхні мультимедійної дошки.

Функції мультимедійних засобів на даному етапі зводяться до наступного.

З одного боку, мультимедійна дошка – це сучасний аналог класичної класної дошки. Раціональне використання класної дошки у поєднанні з іншими засобами наочності допомагає школярам усвідомлювати та систематизувати дидактичний матеріал.

Виходячи з технічних та програмних можливостей, мультимедіа-дошка може бути використана як ефективний засіб створення навчально-дидактичних матеріалів (записів, зарисовок, прикладів розв'язання завдань, схем, креслень, графіків тощо). При цьому вказані матеріали повинні максимально відповідати вимогам ДСТУ до відповідних зображень. Запис на дошці має бути виконаний чітко, доцільно розміщений на її площині та служити прикладом для учнів у навчанні їх системі і техніці записів у зошитах.

З іншого боку, мультимедійна дошка виконує всі функції традиційних технічних засобів навчання, розширюючи можливості використання статичних і динамічних зображень.

Мультимедійні об'єкти при цьому можуть виступати як:

1) джерело навчального матеріалу – зорова опора формування наукових понять, фізичних та конструкторсько-технічних образів;

2) засіб ілюстрування та конкретизації даних, яку учні отримали з інших джерел;

3) засіб узагальнення та систематизації вивченого.

Інформаційні об'єкти, що зображуються за допомогою мультимедіа-засобів, можуть бути предметом пізнавальної діяльності (джерелом навчального матеріалу), або слугувати джерелом ілюстрацій.

Методика включення мультимедійних засобів у навчальну діяльність під час постановки та розв'язування пізнавальних завдань може бути такою:

1. Вчитель виконує записи та зарисовування на дошці, або звертається до готових зображень, на основі яких формулює пізнавальне завдання; після виконання завдання колективно обговорюються отримані результати та робляться відповідні записи у зошитах.

2. Вчитель формулює пізнавальні завдання у вигляді системи запитань, учні повинні знайти відповіді на них, сприймаючи, аналізуючи зображення на дошці; після виконання завдання отримані результати колективно обговорюються

3. Колективно розв'язуються пізнавальні завдання, а результати розв'язування фіксуються вчителем на дошці, а учнями – у робочих зошитах.

4. Колективно розв'язуються пізнавальні завдання і одночасно виконуються записи або зарисовування на дошці, фіксуючи результати окремих етапів діяльності.

5. Вчитель у процесі викладу навчального матеріалу виконує записи та зарисовування на дошці, або звертається до зображень на ній; учні слухають те, про що розповідає вчитель, одночасно виконують у своїх зошитах відповідні записи й зарисовування.

У будь-якому випадку мультимедійний засіб можна розглядати як посередника у взаємодіях «вчитель – засіб мультимедіа – учні».

Одним із варіантів використання засобів мультимедіа у процесі розв'язування пізнавальних завдань є вказана нижче система дій під час введення поняття «гармонічні коливання» у 10 класі.

Учні повинні знати:

1. Періодичні зміни фізичної величини залежно від часу, які відбуваються за законом синуса або косинуса, називають гармонічними коливаннями.

2. Амплітудою гармонічних коливань називають модуль найбільшого зміщення тіла (коливальної системи) від положення рівноваги.

3. У гармонічних коливаннях координати коливного тіла, його швидкість і прискорення змінюються гармонічно:

$$x = x_0 \cdot \sin \omega \cdot t \quad v = v_0 \cdot \cos \omega \cdot t \quad \text{або} \quad v = \omega \cdot x_0 \cdot \cos \omega \cdot t$$

$$a = -a_0 \cdot \sin \omega \cdot t \quad \text{або} \quad a = -\omega^2 \cdot x_0 \cdot \sin \omega \cdot t.$$

ω – це число коливань тіла за 2π секунд. Її називають циклічною частотою.

Частоту вільних коливань називають власною частотою коливальної системи.

4. Для побудови графіків коливань на горизонтальній осі в обраному масштабі відкладають час або пропорційне до нього значення $\omega \cdot t$, виражене в радіанах, а на вертикальній осі – значення зміщення, координати, швидкості, прискорення тощо.

I. Висування навчальної задачі. Ставимо перед учнями навчальну задачу: **записати рівняння коливань матеріальної точки.**

II. Прогноз. Для відповіді на це запитання нам необхідно з'ясувати, за яким законом змінюються координати тіла, що здійснює коливання.

III. Введення істотних ознак гармонічних коливань.

Формулюємо та розв'язуємо пізнавальні завдання:

1. *За яким законом змінюється зміщення гирі від положення рівноваги? Чому?*

Для демонстрації зв'язку гармонічного коливання з рівномірним рухом по колу традиційно використовується тіньова проекція коливань вантажу на пружині та руху по колу кульки, закріпленої на диску відцентрової машини. При цьому на сприйняття та розуміння учнями побаченого впливають суб'єктивні фактори, що супроводжують демонстрацію. Значно ефективнішим, вважаємо, буде застосування комп'ютерних демонстрацій, у яких співставлено коливання пружинного маятника та рівномірний рух точки (кульки) по колу (рис. 1.7).

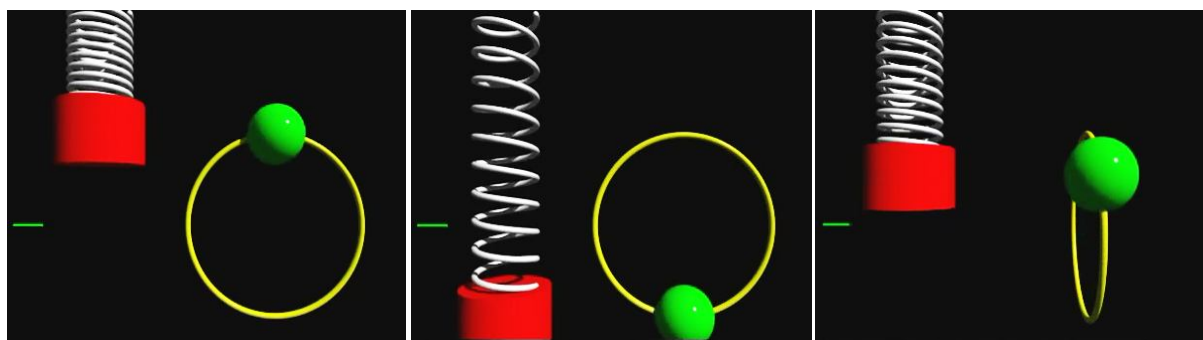


Рис.1.7. Кадри анімації «Зв'язок гармонічного коливання з рівномірним рухом по колу»

Робимо висновок, що вантаж і кулька здійснюють однакові коливання: вони разом проходять положення рівноваги, верхнє й нижнє положення. Таким чином, координати тіл – гирі, тіні гирі й тіні кульки змінюються за однаковим законом.

Далі з'ясовують, за яким законом змінюється координата тіла, що здійснює вільні коливання. Будують графік гармонічних коливань.

1.3. Удосконалення демонстраційного експерименту з механіки засобами мультимедіа

Велике значення під час вивчення шкільного курсу фізики, зокрема механіки як базового розділу курсу фізики, має створення у свідомості учнів психічних образів об'єктів, що вивчаються, як результату процесів сприйняття, пам'яті, мислення й уявлення. Створенню таких психічних образів сприяє використання фізичного експерименту.

Слово «демонстрація» (від лат. demonstratio – показ) означає наочний спосіб ознайомлення слухачів із будь-яким явищем, предметом.

Під терміном «демонстраційний експеримент» будемо розуміти наочну демонстрацію фізичних явищ і процесів з метою їх вивчення шляхом активного впливу на них суб'єктів навчального процесу, відповідно до цілей дослідження.

Діяльність «демонстраційний експеримент» спрямована на усвідомлене засвоєння учнями навчального матеріалу, суть якої у роботі над предметом пізнання.

З дидактичної точки зору демонстрація дослідів є необхідною при розв'язанні низки специфічних задач, а саме:

- 1) для збудження пізнавального інтересу на перших уроках фізики;
- 2) для створення проблемних ситуацій (висування навчальної задачі);
- 3) для ілюстрації істотних ознак компоненту навчального змісту (розв'язання пізнавальних завдань): спостереження явищ, виявлення певних властивостей фізичних об'єктів, розкриття сутності фізичних законів, з'ясування фізичних закономірностей і перевірка наслідків, що

впливають з них, пояснення принципів дії фізичних приладів, технічних установок або фізичну суть технологічних процесів;

4) для перевірки гіпотез, висунутих учнями в ході обговорення навчальної задачі.

Водночас доцільність і ефективність цих і нових, тих, які нині створюються, комп'ютерних демонстрацій залежить від методики їх застосування, яку повинні враховувати як їх розробники, так і користувачі.

Проведений аналіз стану *демонстраційного експерименту* з механіки показує, що у більшості випадків реальні досліди за змістом нескладні, проте можна виділити такі досліди, сприйняття яких та виділення у побаченому головного для отримання правильних висновків виявляється для школярів складним. Передусім мова йде про випадки, коли реальна фізична демонстрація може показати лише зовнішні прояви властивості об'єкту, не пояснюючи механізм, який зумовлює ці властивості.

Більше того, проведення реального демонстраційного експерименту в низці випадків пов'язане з певними труднощами:

1) дуже швидкий або досить повільний перебіг процесів (деформація тіл під час їх зіткнення, дифузія у твердих тілах тощо);

2) надзвичайно великі або дуже малі масштаби системи, яку необхідно продемонструвати в класі (наприклад, опис руху астрономічних об'єктів чи демонстрація броунівського руху);

3) необхідно показати механізм виникнення (протікання) певних фізичних явищ чи процесів (наприклад, пояснення природи сили пружності).

Крім того, постановка демонстраційних дослідів ускладнюється дефіцитом навчального обладнання – демонстраційних приладів, пристроїв, моделей. У результаті в свідомості учнів не створюється необхідних образів і уявлень про окремі компоненти змісту даного розділу. Останню проблему вчителі намагаються частково вирішити, повертаючись до досвіду створення й використання саморобного обладнання.

Для глибокого і повного розуміння школярами властивостей фізичних об'єктів необхідне їх додаткове моделювання, яке дозволяє виділити ті істотні ознаки, які безпосередньо не спостерігаються під час натурної демонстрації.

Реалізації демонстраційного експерименту на принципово новому рівні може сприяти впровадження у шкільну практику мультимедійних технологій і засобів навчання.

Структура і зміст діяльності, пов'язаної з демонстраційним навчальним експериментом, впливають із загального плану проведення наукового експерименту, адже «шкільний навчальний експеримент являє собою відображення наукового методу вивчення фізичних явищ, тому йому (хоч він і не тотожний науковому) повинні бути притаманні основні елементи фізичного експерименту, за якими учні зможуть отримати уявлення про науковий експериментальний метод [1, 154].

Під час планування наукового експерименту визначається мета і задачі експерименту з висуванням гіпотез, які треба перевірити, вибирається об'єкт дослідження, його параметри, що вивчаються; визначається методика експерименту як за устаткуванням, так і системою операцій, що виконуються в ході роботи, визначається послідовність дослідів в експерименті, вибираються методи обробки результатів вимірів та шляхи перевірки на цій основі висунутих гіпотез.

Визначаючи послідовність дій, з яких складається діяльність – навчальний фізичний експеримент передбачається, що кожна з них може бути виконана будь-яким суб'єктом навчального процесу.

Указана система дій, у загальному випадку, матиме вигляд:

1. Виходячи із логіки вивчення конкретного фрагменту навчального матеріалу, визначається мета експерименту, його задачі або висувається гіпотеза, яку треба перевірити.

2. З'ясовується яким шляхом можна вирішити сформульоване перед цим завдання, зокрема з'ясовується принципова схема дослідної установки.

3. Вибираються необхідні прилади і матеріали.

4. Складається (реально чи віртуально) дослідна установка.

5. Визначається послідовність операцій під час виконання дослідів.

6. Звертається увага учнів на те, за чим спостерігати. Виконується (демонструється) дослід. Фіксуються результати спостережень.

7. Аналізуються одержані результати, формулюються висновки [15].

Цей план діяльності визначає узагальнене експериментальне уміння, наведене у навчальній програмі з фізики, яке повинно стати одним із результатів вивчення фізики.

Використання засобів мультимедіа у процесі підготовки та проведення демонстраційного експерименту можливе у таких формах.

1. Технічний засіб для відображення та обробки експериментальних даних.

1) виведення на поверхню мультимедійної дошки даних з вимірювальних пристроїв (датчиків), з'єднаних із комп'ютером, з можливістю подальшої їх обробки та візуалізації результатів експерименту;

2) трансляція досліду на мультимедійну дошку з використанням веб-камери або документ-камери (замість похилого дзеркала чи тіньової проекції) для забезпечення гарної видимості горизонтально розміщеної поверхні демонстраційного приладу.

2. Доповнення натурного експерименту демонстрацією комп'ютерної моделі, яке виправдане та доцільне у таких випадках:

1) необхідна візуалізація процесів, які не спостерігаються у звичайному експерименті, але реально протікають (наприклад, зміна проміжків між атомами чи молекулами тіла під час його деформації);

2) потрібно сконцентрувати увагу учнів на деталях досліду, важливих для розуміння сутності спостережуваного явища;

3) необхідно показати дрібні деталі установки, будову та функціонування пристрою тощо.

Приклад. Під час вивчення тиску газу у 8 класі вчитель демонструє дослід: під ковпаком повітряного насоса знаходиться металева банка, яка закрита гумовою плівкою, після відкачування повітря з-під ковпака спостерігають за прогинанням плівки. Учитель ставить перед учнями задачу: *пояснити, причину прогинання плівки, що закриває посудину, при відкачуванні повітря з-під ковпака.* Учні висловлюють припущення, що молекули повітря у банці перебувають у безперервному хаотичному русі; частина молекул стикається з гумовою плівкою, тобто повітря чинить тиск на плівку і вона прогинається. Після того, як дане припущення підтверджується дослідом (збільшення об'єму дитячої гумової кулі при

відкачуванні повітря з-під ковпака; виліт корку з пробірки під тиском нагрітого повітря; стиснення або розрідження повітря у трубці, з поршнем, один кінець якої закритий гумовою плівкою), підводяться підсумки та розв'язується навчальна задача. При цьому для пояснення причини прогинання гумової плівки доцільно використати динамічну комп'ютерну модель (рис. 1.8).

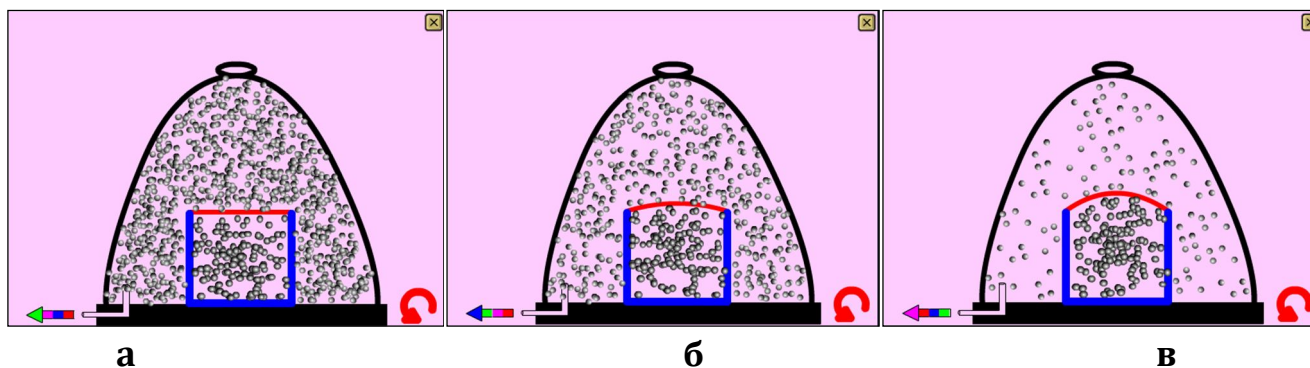


Рис. 1.8. Кадри інтерактивної моделі: тиск газу

Завдяки зображенню молекул газу під ковпаком та у банці, увагу школярів звертають на той факт, що до відкачування повітря з-під ковпака густина повітря в банці і під ковпаком однакова. На плівку з обох боків повітрям здійснюється однаковий тиск (рис. 1.8 а). Після відкачування повітря з-під ковпака тиск у банці не змінюється, а зовнішній тиск зменшується, тому що зменшується густина повітря під ковпаком. Ця різниця тисків і зумовлює прогинання плівки (рис. 1.8 б,в).

3. Віртуальний демонстраційний експеримент.

Наявність засобів моделювання і технології «віртуальна реальність» вказує на можливість відтворення демонстрацій фізичних об'єктів на поверхні мультимедійної дошки.

До *віртуальних* об'єктів або процесів відносять електронні моделі як реально існуючих, так і уявних об'єктів і процесів. Їх використання під час вивчення механіки доцільне у таких випадках:

1) реальна фізична демонстрація може показати лише зовнішні прояви фізичного процесу, не відображаючи сутнісних зв'язків між явищами (величинами), необхідних для усвідомленого розуміння;

2) вивчення явища чи процесу в умовах шкільного фізичного кабінету малоефективне, або неможливе (швидкоплинні, довготривалі фізичні процеси тощо);

3) явище в принципі не можна спостерігати (наприклад, неодноразовість подій у спеціальній теорії відносності).

Визначена вище послідовність дій зберігається і для віртуального демонстраційного фізичного експерименту.

Електронні моделі приладів, пристроїв, дослідів мають додаткові можливості у підвищенні наочності того, що демонструється, використовуючи особливості комп'ютерної графіки.

Наприклад, розкриваючи фізичний зміст гравітаційної сталої G , розглядають фундаментальні досліди з визначення її значення, проведені Генрі Кавендішем.

Детальний опис установки і протоколів експерименту, складених Г. Кавендішем наведені у статті Г. М. Голіна та С. Р. Філоновича [3].

Проте відтворення аналогічного досліду у шкільних умовах становить певні труднощі. Оскільки вимірювані сили надзвичайно малі, на роботу чутливих крутильних терезів значно впливають різні сторонні фактори: технічно неминуха асиметрія самої установки, гравітаційний вплив масивних об'єктів, що знаходяться поблизу, магнітного поля Землі, конвекційних потоків повітря у приміщенні та коливання системи, які складно усунути.

Щоб виключити ці сторонні впливи, Г. Кавендішем було вжито низку заходів, що мали на меті усунення похибок. Разом з тим, вказані труднощі дозволяє подолати віртуальна демонстрація.

1. У першому фрагменті демонстрації імітується складання експериментальної установки: послідовне перенесення зображень окремих її частин у створюване зображення установки у підсумку утворює повне її зображення. Демонструється принцип її роботи (рис. 1.9).

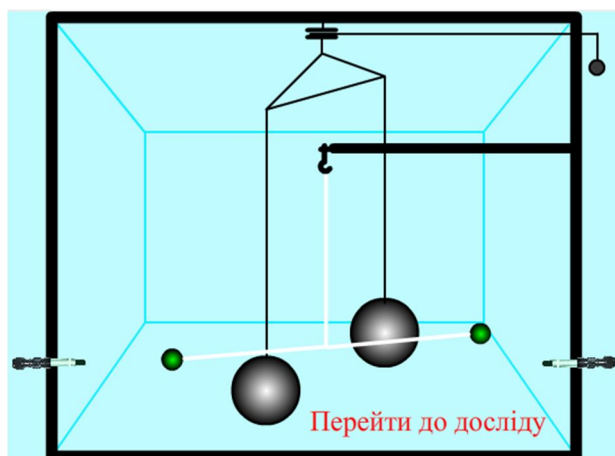


Рис. 1.9. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша»

2. Після натискання на кнопку «Перейти до досліду» у кадрі з'являється статичне зображення установки перед початком роботи (рис. 1.10). Поряд у верхньому лівому кутку міститься окремий кадр, який відображує вигляд системи кульок зверху.

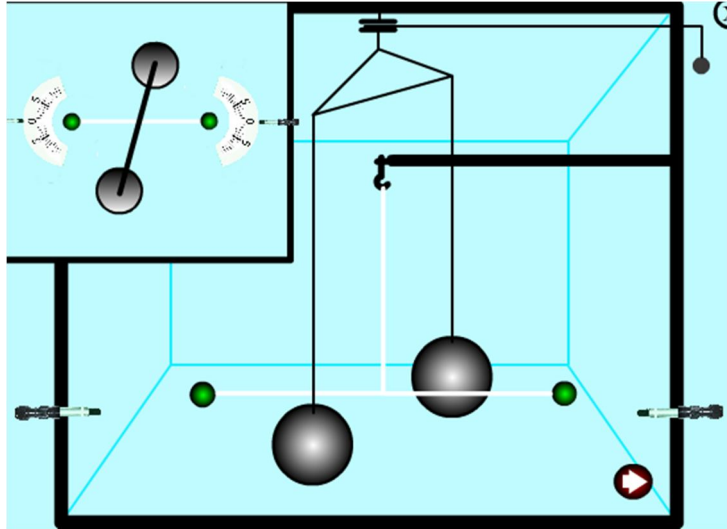


Рис. 1.10. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

3. Після запускання початку експерименту великі кулі наближаються до маленьких, які одночасно відхиляються від початкового положення на певний кут. У верхній зоні кут відхилення зафарбовується у жовтий колір.

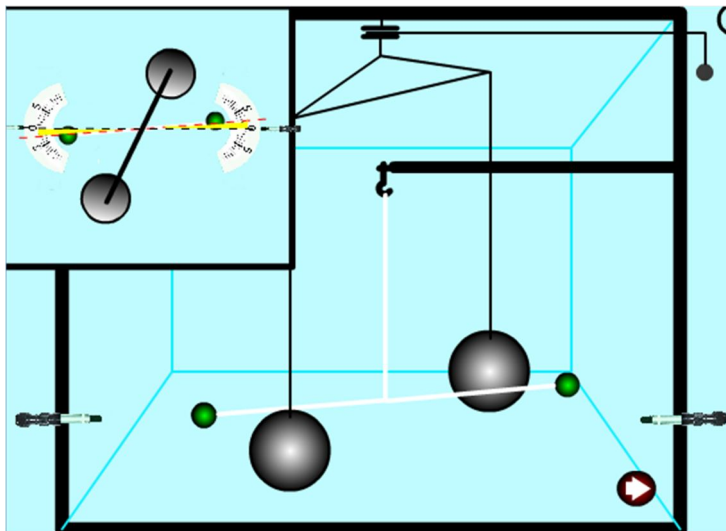


Рис. 1.11. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша»

4. В останньому фрагменті зображення кута відхилення кульок збільшується до розмірів екрану для аналізу.

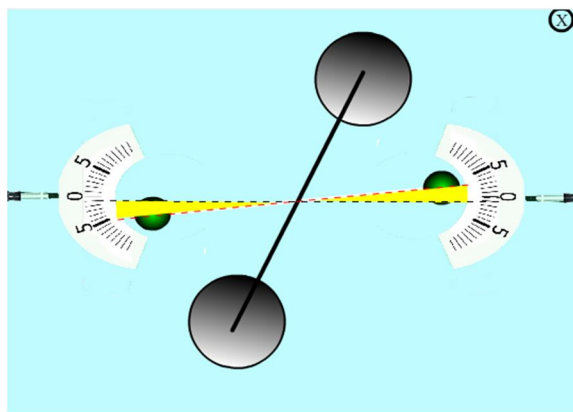


Рис. 1.12. Кадр інтерактивної комп'ютерної моделі «Експеримент Кавендіша».

Зазначаємо, що метод, запропонований і використаний у своїх дослідках Г. Кавендішем, пізніше удосконалений, дозволив у минулому столітті отримати числове значення гравітаційної сталої G .

Таким чином, використання засобів мультимедіа створює умови для більш яскравого відтворення наступних рис демонстраційного експерименту: – відображення лише необхідних для вивчення проявів явища чи закономірних зв'язків між об'єктами; – ізолювання досліджуваного явища від впливу інших несуттєвих явищ; – можливість його відтворення у суворо фіксованих умовах; – планомірні зміни умов досліду; – зосередження уваги учнів на істотних властивостях досліджуваного об'єкта за рахунок ефектних візуальних прийомів, сприяючи глибшому розумінню його сутності; – здійснення операцій, неможливих у натурному експерименті – зупинка та відновлення ходу, зміна просторово-часових масштабів протікання явища; – супровід модельного експерименту візуальною інтерпретацією закономірних зв'язків між параметрами досліджуваної системи (у формі динамічних графіків, діаграм, схем тощо); – можливість демонстрації модельних, ідеальних експериментів, які неможливо здійснити в реальному житті, але можна уявити; – моделювання знаменитих дослідів, які увійшли в історію.

Однак не варто перебільшувати освітні переваги демонстрацій віртуальних об'єктів. Основна мета і дидактична цінність віртуального досліду має полягати у встановленні взаємозв'язку між образно-наочною і абстрактно-логічною формами мислення, виступаючи ланкою між емпіричним та теоретичним рівнями пізнання.

1.4. Формування умінь в учнів користуватися графіками у механіці використанням мультимедійних засобів

Однією з істотних ознак змісту фізики-науки, отже і фізики – шкільного навчального предмету – є усвідомлення взаємозв'язку й взаємообумовленості фізичних явищ.

Будь-який фізичний процес, як закономірну послідовність зміни станів фізичних об'єктів, описує певна функціональна залежність числових значень фізичних величин. Способами виразу функціональних залежностей між фізичними величинами є формули і графіки. На уроках фізики необхідно досягти усвідомлення школярами того, що формула і графік – два способи вираження взаємної обумовленості реальних величин.

Застосування графічного методу сприяє зміцненню зв'язків фізики з математикою, наповнює абстрактні математичні закономірності конкретним фізичним змістом. Формально дії, пов'язані з дослідженням графіків (побудова графіку за формулою, що виражає функціональний зв'язок між величинами, запис формули за даним графіком, визначення за графіком значень фізичних величин, у тому числі мінімальних, максимальних та середніх), описуючи конкретні фізичні явища, класифікуються як математичні. Однак, на відміну від математики, їх виконання на уроках фізики має на меті розкриття фізичної сутності явища чи процесу, що описується конкретним графіком. Відповідно формування у школярів умінь виконувати зазначені дії на уроках фізики та математики необхідне для опису фізичних явищ та розв'язування певних груп фізичних задач.

Проте, системи дій школярів, що пов'язані із зазначеними уміннями, набувають фізичного змісту в тому випадку, коли цей графік асоціюється з відповідним фізичним явищем чи процесом. Тобто сприймання учнем графіку має викликати у його свідомості образ того фізичного явища або процесу, характеристики якого закладені у геометричному образі, що ним спостерігається.

Розв'язання цієї проблеми на новому рівні стає можливим завдяки впровадженню у процес навчання фізики мультимедійних засобів та технологій.

Перш за все, перейти від образу фізичного явища до його геометричного образу дозволяє побудова та аналіз графіку.

Під час побудови графіків традиційно діють так:

1) вводять формулу, яка відображає певну закономірність у фізичному явищі і креслять графік, посилаючись на те, що цей вид графіку визначається введеною функціональною залежністю між фізичними величинами;

2) графік креслять за даними експерименту, що проводиться на уроці (графік будується у процесі його введення), або за даними, які є результатом певних наукових досліджень (графік дається у готовому вигляді).

Використання у навчальному процесі з фізики мультимедійних засобів набагато розширює можливості встановлення безпосереднього зв'язку між згаданими вище образами шляхом використання відповідних комп'ютерних демонстрацій.

Головним у використанні комп'ютерних демонстрацій є можливість реалізації одночасного спостереження за явищем чи процесом та побудовою графіку. При цьому і явище, і побудова графіку спостерігаються у динаміці.

Комп'ютерні демонстрації на поверхні мультимедійної дошки, використовуючись у комплексі з реальними дослідженнями, можна за допомогою:

- відтворити фізичне явище, яке не можна спостерігати у класі або через обмеженості навчального фізичного експерименту, або через відсутність необхідних приладів;

- виділити у ньому ті ознаки, які потім будуть відображені на графіку.

Спільною для зазначених демонстрацій є така *послідовність систем дій*:

1. На екрані мультимедійного засобу спостерігають явище, процес чи дослід.

2. Аналізують побачене та відокремлюють ті ознаки явищ чи процесів, які будуть відображені на графіку.

3. Демонстрація повторюється, одночасно на відповідній системі координат послідовно позначається система точок, які відповідають значенням фізичних величин, що відкладаються на відповідних осях координат;

4. Повторюється попередня демонстрація, вказані точки з'єднуються лінією графіку.

Описаний підхід дозволяє об'єднати спостережуване явище із процесом утворення графіку.

Наприклад. Зазначені прийоми можуть бути використані під час побудови графіку залежності зміщення від часу у коливальному русі.

При вивченні механічних гармонійних коливань вводяться , а потім використовуються графіки залежності зміщення тіла від часу. На осі абсцис відкладаються значення часу t , а на осі ординат – значення зсуву x .

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструємо анімоване зображення коливається тіла – вантажу , підвішеного до пружини.

Аналізуючи спостережуване явище, учні приходять до висновку, що вантаж здійснює коливальні рухи.

Ставимо перед учнями завдання: як можна зобразити залежність зміщення вантажу від часу при коливальному русі?

2. У правій вільній частині екрану з'являється система координат, яка розташована таким чином, що нульове положення на осі ординат збігається з положенням рівноваги вантажу.

Поруч з коливальною системою зображена віртуальна « лінійка » для фіксації положення вантажу. Вантаж зміщують вниз, приводячи в коливання. У момент часу, коли вантаж проходить положення рівноваги, в лівій частині приладу для відліку часу періодично виникають спалахи, а в правій – свідчення 0, 1, 2, 3. У цей час зсув вантажу в кожен момент часу 1, 2, 3 фіксується на лінійці, фарбуючи її поділу по черзі в жовтий і червоний колір.

Під час здійснення вантажем коливань, на осі ординат, яка розділена на рівні відрізки, відкладаються значення його зміщення x . При цьому одночасно із зміною кольору відрізка на лінійці, змінюється колір відрізка прямої у осі ординат, вказуючи на аналогічне зміна значення цієї ж величини.

На осі абсцис, віссю часу, послідовно в моменти появи світлового сигналу в кінці кожного відрізка з'являються цифри 0, 1, 2...

Одночасно в координатній площині зображуються точки, відповідні світловим сигналам і зсувам вантажу.

3. На отриманому зображенні з'єднуються точки графіка.

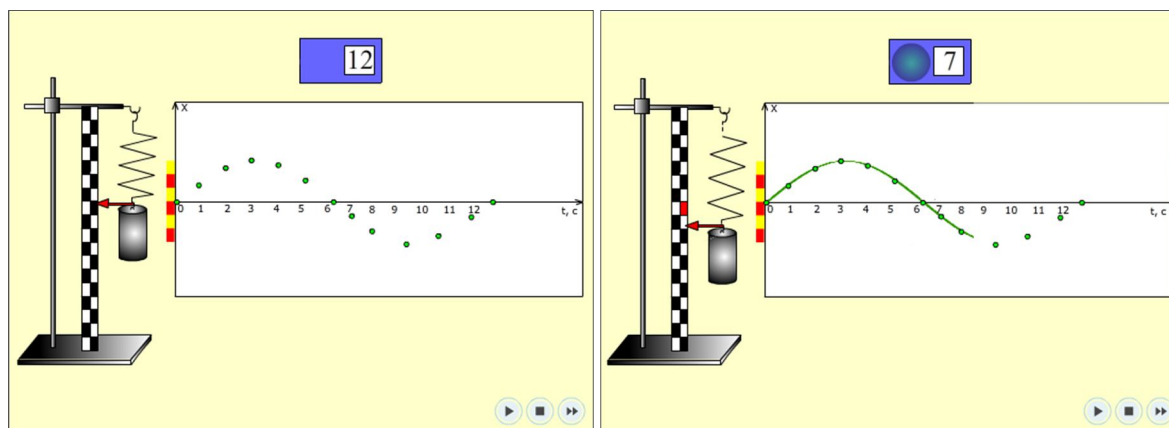


Рис. 1.13. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

4. На основі демонстрації робимо висновок, що координата тіла, що здійснює вільні коливання, змінюється з часом за законом синуса або косинуса. Вводимо істотні ознаки гармонійних коливань.

Таким чином, введення у процес навчання фізики комп'ютерних демонстрацій, реалізованих мультимедійними засобами, вирішує проблему такого сприймання учнем графіку, яке викликає в його свідомості образ того фізичного явища або процесу, характеристики якого закладені у геометричному образі, що спостерігається. А отже, зазначені дії з графіками набувають в уявленні учнів фізичного змісту.

1.5. Використання мультимедійних засобів під час розв'язування практичних задач з механіки

Сучасна організація навчального процесу з фізики передбачає, що навчальна діяльність учнів пов'язана з послідовним розв'язком систем задач, які мають різні головні дидактичні завдання.

За такої організації навчального процесу задачі використовуються для:

– мотивації навчальної діяльності учнів перед вивченням одиниці змісту шкільного курсу фізики, зокрема для створення проблемних ситуацій (навчальні задачі);

– як підґрунтя для введення істотних ознак того, що вивчається (пізнавальні задачі);

– для закріплення вивченого матеріалу, включення його в загальну систему знань, формування вмінь застосовувати теоретичний матеріал до практичних ситуацій (практичні задачі).

Спільним для перших двох видів задач є їх використання для виявлення нового для учнів змісту фізичних об'єктів, який відноситься до навчального матеріалу зі шкільного курсу фізики та формування у школярів відповідних способів навчальної діяльності.

Назва «практична задача» підкреслює, що її розв'язування спрямоване на застосування учнями теоретичного матеріалу до конкретної ситуації.

Важливим етапом розв'язування фізичної задачі є саме аналіз, розуміння та мисленнє моделювання ситуації задачі – саме він створює передумови для усвідомленого використання на практиці теоретичних знань. З цією метою традиційно викреслюють рисунок до задачі.

Однак результати констатуючого етапу дослідження показують, що часто учням, враховуючи психофізіологічні особливості їх розумового розвитку, складно уявити ситуацію, про яку йдеться в задачі. У такому випадку школяр, починаючи розв'язувати задачу, намагається підібрати формулу, у яку входила б шукана величина та якомога більше відомих величин. Розв'язування задачі за такого підходу зводиться здебільшого до механічного «перетасовування» підхожих формул без розуміння ситуації, яка у ній розглядається. Як наслідок – процес розв'язування задачі не реалізує у повній мірі свої дидактичні функції.

Традиційні рисунки й схеми мають обмежені можливості щодо відображення динаміки процесу, у той час, як задачі з механіки мають на меті опис руху тіла.

Використання можливостей засобів мультимедіа надає можливість відобразити у динаміці ситуацію, що розглядається у задачі, сприяючи усвідомленню її фізичного змісту – визначенню фізичних об'єктів, їх станів

та процесів, що відбуваються, мети її розв'язування. Найдоцільнішим, на нашу думку, є використання засобів мультимедіа для моделювання ситуації, яку учням складно уявити та змодельовати у реальності.

За допомогою засобів комп'ютерного моделювання можна створювати візуальні образи досліджуваних об'єктів, задавати фізичні характеристики цих об'єктів та стежити за їх змінами із плином часу. Повне бачення фізичної картини, про яку йдеться у задачі сприяє розумінню її фізичного смислу та спрощує розв'язування.

Мультиплікаційне зображення ситуації задачі

Система дій вчителя та учнів під час мультиплікаційної постановки задачі може бути такою:

1. На поверхні мультимедійної дошки учням демонструється фрагмент, який відображає певну ситуацію. За необхідності використовуються інструменти мультимедійних засобів щодо коментування екранних зображень.

2. Зі змісту демонстрації виокремлюється проблемна ситуація.

3. Формулюється умова й вимога задачі.

4. Реалізується розв'язування задачі, аналізується відповідь.

При цьому аналіз динамічних зображень замість статичних текстів якісно змінює сприйняття змісту проблеми у бік більшої інформаційної насиченості.

Наприклад, одним із проблемних питань методики навчання фізики є розв'язування задач на відносність руху. На цю проблему вказувала й Е.Є. Евенчик. Вона розглядала задачу на знаходження кута між падаючими дощовими краплями та склом рухомого вагону. Школярі, розв'язуючи цю задачу, внаслідок причин психологічного характеру у більшості випадків пов'язують нерухому систему відліку із Землею. Таким чином, розв'язування ускладнюється через нераціональний вибір нерухомої системи відліку. Під час розв'язування фізичних задач в учнів виникають труднощі з розумінням та описом руху тіла, яке перебуває в рухомій системі відліку відносно нерухомої. Пов'язано це з багатьма причинами, серед них недостатня розвиненість у школярів просторового мислення та абстрактної уяви.

У такому випадку ситуацію задачі доцільно відобразити в інтерактивній моделі.

Вчитель читає умову задачі. Пропливаючи пункт А, катер наздогнав човен, який зносило течією у напрямі руху катера. Через час t_1 катер повернув назад і зустрів човен на відстані s від пункту А. Яка швидкість течії, якщо двигун катера працював зі сталою потужністю?

Розглядаємо рухи тіл, відтворені у комп'ютерній інтерактивній моделі.

1. Спочатку нерухому систему відліку пов'язуємо з берегом. Демонструємо перший фрагмент (рис. 1.14 а,б,в).

Робимо висновок: за інтервал часу між двома зустрічами човна і катера, човен змістився на відстань S .



Рис. 1.14. Кадри інтерактивної моделі до задачі

2. Тепер нерухому систему відліку пов'яжемо з човном. Демонструємо другий фрагмент (рис. 1.14 г). Міркуємо наступним чином: значення швидкості катера відносно води, отже і човна стало, адже потужність двигунів катера не змінюється. Катер проходить від човна до розвороту і у протилежному напрямі однакові відстані. Отже, час руху катера відносно човна дорівнює $2t$. Такий самий час човен зміщувався відносно Землі. Приходимо до висновку, що швидкість човна, отже і швидкість течії, дорівнює $v = \frac{S}{2t}$. Розв'язуємо задачу.

Мультимедійне формулювання умови задачі

Ознайомлення учня з умовою фізичної задачі передбачає утворення у його свідомості образу ситуації, що пред'являється. Ілюстрації до текстової або графічної задач сприяють створенню таких образів та можна за допомогою зрозуміти фізичну сутність задачі: що відомо, що треба з'ясувати, визначити напрям пошуку невідомого. Навіть у тих випадках, в яких назва процесу і певних числових значень величин безпосередньо визначає яку формулу треба використати для пошуку невідомого, усвідомлення розв'язування фізичної задачі супроводжується опорою на образ цього процесу.

Таким чином, шлях створення у свідомості учнів образу ситуації, що розглядається у задачі, а, отже і зміст їх розумової діяльності, залежить від форми пред'явлення умови цієї задачі.

Можлива така *форма пред'явлення умови задачі*:

1. На поверхні мультимедійної дошки демонструється комп'ютерна модель, що відображає фізичний процес.
2. Проводяться певні маніпуляції із зображеннями фізичних об'єктів
3. Формулюється вимога.
4. За даними віртуальної демонстрації (показами віртуальних вимірювальних приладів, значеннями величин в інформаційних вікнах комп'ютерної моделі тощо) визначають відомі величини.
5. Розв'язується задача.

Послідовність деяких етапів у залежності від дидактичних цілей та інформаційних об'єктів, що використовуються, може змінюватися.

Наприклад. На інтерактивній дошці демонструємо модель дослідної установки (рис. 1.15). Набірний циліндр із чотирьох фрагментів з'єднаний з динамометром. Шкала динамометра проградуєвана у Ньютонах. Зміщуючи динамометр разом із тягарцями вертикально, можна регулювати глибину його занурення у посудину з водою.

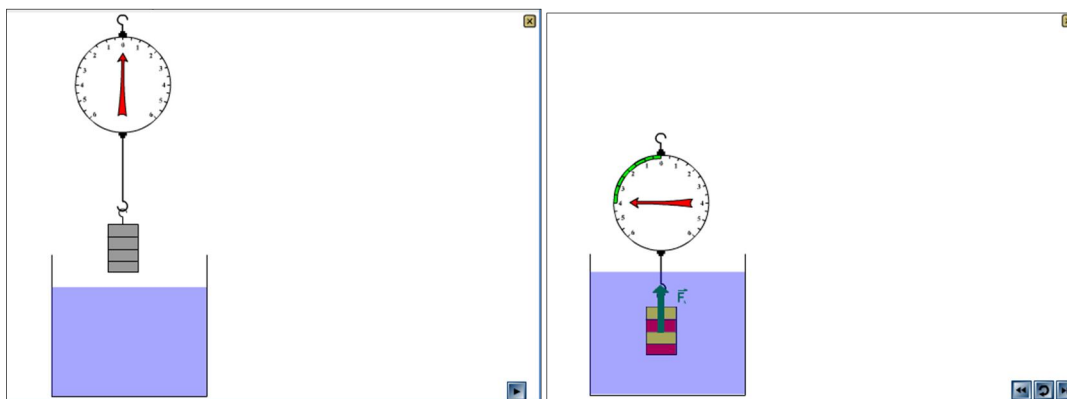


Рис. 1.15. Кадри інтерактивної комп'ютерної моделі

У початковий момент вимірювання стрілка приладу знаходиться на нульовій позначці. Демонструється поступове відхилення стрілки динамометра на певний кут, вказуючи на дію на тягарець виштовхувальної сили.

Враховуючи пізнавальні можливості учнів конкретного класу, з метою допомоги їм в аналізі ситуацій, що спостерігаються на екрані (дошці), демонстрації можуть супроводжуватися заповненням такої таблиці:

Глибина занурення	1/4	1/2	3/4	1
Значення виштовхувальної сили	1	2	3	4

У результаті аналізу фактично приходять до одного із формулювань умови задачі – у вигляді тексту або графіка. Цей результат може бути отриманий у процесі колективної, групової чи індивідуальної роботи.

Вибір одного із варіантів формулювання умови задачі на основі аналізу демонстрацій залежить від цілей організації навчальної діяльності учнів у загальному плані вивчення одиниці навчального змісту шкільного курсу фізики.

Таким чином, аналіз ситуації, що демонструється, спрямований на формування в учнів здатності якомога повнішого виявлення суттєвих ознак об'єкта, що розглядається, під час переходу від спостережуваного образу до його вербального або графічного опису.

Розділ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ У ФОРМУВАННІ ПОНЯТЬ ПРО КОМПОНЕНТИ ЗМІСТУ МЕХАНІКИ

У попередньому розділі були проаналізовані випадки, у яких розглядалися окремі структури повного циклу навчального процесу. Це дозволило з'ясувати особливості цих етапів. На окремих уроках, що входять у цикл навчального процесу, може реалізуватися як один з цих елементів, так і їх системи. При цьому уроки зберігають свою варіативність. Розглянемо методику вивчення окремих компонентів на основі структури циклу навчального процесу відповідно до його інтегративної моделі.

У попередньому параграфі були проаналізовані випадки, у яких розглядалися окремі структури повного циклу навчального процесу. Це дозволило з'ясувати особливості цих етапів. На окремих уроках, що входять у цикл навчального процесу, може реалізуватися як один з цих елементів, так і їх системи. При цьому уроки зберігають свою варіативність. Розглянемо методику вивчення механіки на кожному концентрі в умовах повного циклу.

Основою методики вивчення механіки з використанням засобів мультимедіа є:

- 1) виявлення компонентів змісту механіки у шкільному курсі фізики у відповідності до його концентричної побудови;
- 2) опис кожного компоненту за допомогою системи його істотних ознак;
- 3) виявлення зв'язків між компонентами та встановлення послідовності введення окремих істотних ознак і їх систем;
- 4) визначення необхідності застосування мультимедійних засобів під час вивчення конкретних істотних ознак компонентів, розробка відповідних мультимедійних продуктів;
- 5) опис логіки вивчення кожного компонента на основі структури циклу навчального процесу відповідно до його інтегративної моделі;
- 6) конструювання структури уроків, що відповідають вказаній структурі циклів.

2.1. Вивчення механіки у курсі фізики основної школи

1. Звертаючись до уявлень, отриманих із повсякденних спостережень та власного досвіду школярів про механічний рух та спокій, встановлюємо: щоб враховувати рухи окремих тіл або керувати ними, необхідно знати, як рухаються тіла, як можна змінити рух окремих тіл, за яких умов можна вважати тіла рухомими й нерухомими тощо.

Перед учнями ставимо навчальну задачу: *Дати відповіді на такі запитання: Що розуміють під рухом тіл? Що спільного в рухах різних тіл і чим ці рухи відрізняються?* Розв'язуємо пізнавальні задачі.

1.1. *Що розуміють під рухом тіла?* Вводимо поняття «механічний рух».

1.2. *Як поділяються механічні рухи?* Вводимо поняття траєкторії руху тіла.

Необхідно довести до розуміння учнями, що під час руху тіла послідовно проходить окремі його положення відносно інших тіл. Сукупність точок, в яких побувало тіло під час руху, утворює лінію. Цю лінію називають траєкторією руху. Траєкторія – неперервна лінія, тобто під час свого руху, тіло обов'язково перебуває у всіх без виключення точках, які утворюють цю лінію.

Для ілюстрації неперервності траєкторії механічного руху використовуємо демонстрацією, у якій відображено рух точки на площині з плавним переходом до просторового зображення її траєкторії (рис. 2.1).

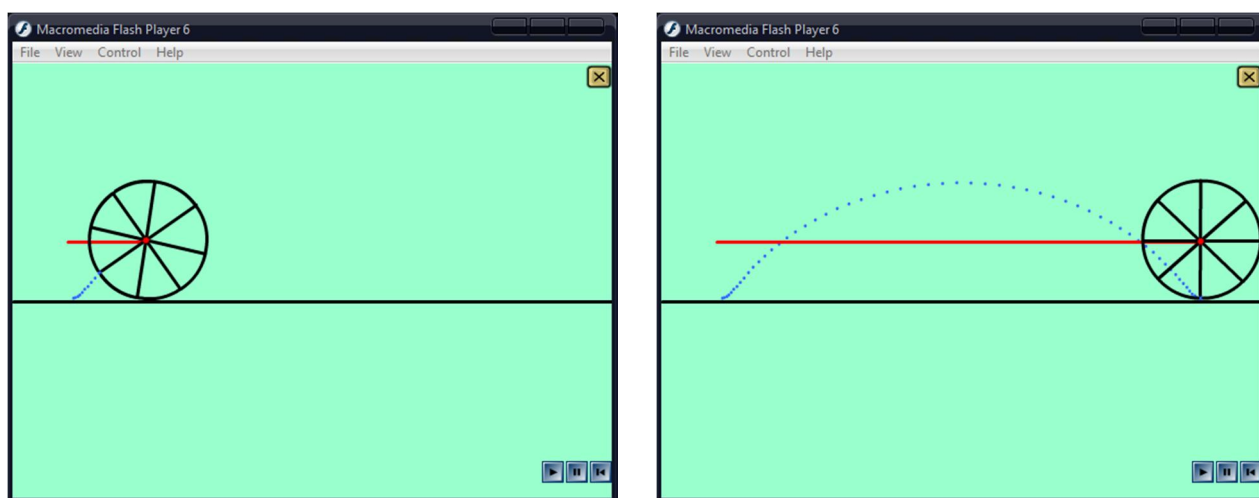


Рис. 2.1. Кадри анімації: траєкторії руху точок

Робимо висновок: у залежності від форми траєкторії рухи поділяються на криволінійні та прямолінійні.

1.2. Яка спільна властивість механічних рухів, якою, водночас, вони відрізняються одні від одних?

Вводимо поняття шляху, пройденого тілом.

На географічній карті показуємо відмінність між шляхом і відстанню.

При визначенні довжин, наприклад річок, віддалі між містами на географічних картах тощо користуються різними засобами вимірювання шляху, наприклад, кувіметром. При наявності таких засобів у фізичному кабінеті їх варто продемонструвати. В разі відсутності – варто скористуватись комп'ютерними демонстраційними моделями на сенсорному екрані. За наявності підключення до мережі Internet є можливість зобразити шлях та відстань між двома будь-якими населеними пунктами онлайн, скориставшись зображеннями карт на сайті служби «Карти Google» (<http://maps.google.com.ua>). Ресурс автоматично «прокладає» шлях між населеними пунктами, заданими користувачем. Відстань зображуємо, проводячи пряму електронним маркером безпосередньо на поверхні мультимедійної дошки.

2. Виходячи з того, що пройдений тілом шлях дорівнює довжині траєкторії руху тіла, його можна знайти, вимірявши приладами, призначеними для вимірювання довжини. Ставимо навчальну задачу: *Як знайти шлях, не користуючись приладами для вимірювання довжини?*

Формуємо уявлення учнів про рівномірний рух. Вводимо істотні ознаки швидкості рівномірного руху.

Підкреслюючи, що ознакою рівномірності руху є рівність пройдених шляхів за будь-які рівні інтервали часу, звертаємося до зображення, що ілюструє рівномірний рух.

Розглянемо рух човна за течією річки. Будемо відмічати його положення через рівні інтервали часу. Для відліку часу використовується віртуальний прилад, зображений у верхній частині кадру. Цей прилад подає сигнали через рівні інтервали часу, змінюючи забарвлення. Часові інтервали можна змінювати.

Демонструється цифрова модель: човен рухається вздовж річки. При цьому у відповідний колір зафарбовується і кожен відрізок шляху,

пройдений ним за одиницю часу. Звертаємо увагу учнів на результат: човен проходить рівні шляхи за рівні проміжки часу.

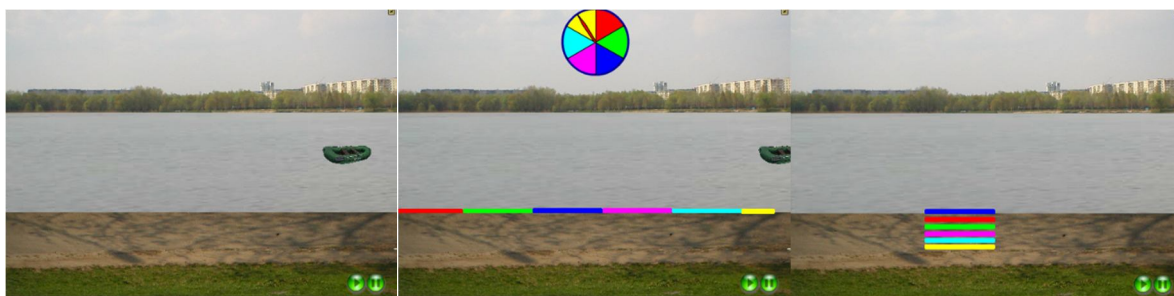


Рис. 2.2. Кадри інтерактивної моделі «Рівномірний рух тіла»

Повторюємо дослід, змінюючи час між сигналами віртуального приладу.

Робимо висновок: човен знову проходить рівні шляхи за будь які рівні інтервали часу. Такий рух називається рівномірним рухом.

3. Пригадуємо, що механічні рухи за видом траєкторії поділяються на прямолінійні і криволінійні. Виникає питання: *Які особливості опису криволінійного руху?*

Вводимо поняття рівномірного руху точки по колу і його характеристики: період та частоту обертання.

4. З'ясовуємо, що може спостерігатися точна або наближена повторюваність рухів тіл через рівні інтервали часу. Перед учнями ставимо навчальну задачу: *Встановити особливості опису коливального руху.*

Вводимо поняття амплітуди, періоду і частоти коливань.

5. Перед учнями ставимо задачу. *Як пояснити таке явище: якщо автобус або тролейбус раптом змінює швидкість свого руху, то пасажери відхиляються вперед або назад.*

На прикладах і простих дослідах з'ясовуємо, що швидкість руху тіла змінюється (за значенням чи за напрямом) тільки під дією на нього інших тіл.

Оскільки у природі немає тіл, на які б не діяли інші тіла, досліджуємо зміну швидкості тіла, дія на яке інших тіл поступово зменшується (демонструємо дослід з похилим жолобом біля «підніжжя» якого розміщуємо купку піску, яку поступово зменшуємо, а наостанок – взагалі прибираємо). Робимо висновок: якщо на кульку зовсім не діяли б інші тіла,

то її швидкість залишалася б незмінною і вона продовжувала б рухатися рівномірно прямолінійно.

Вводимо істотні ознаки явища «інерція».

6. На демонстраційному столі стоять два візки, на яких знаходяться однакові, за зовнішнім виглядом, коробки. Коробки закриті кришками. В одну з них насипано пісок. Перед учнями ставимо задачу: *Не торкаючись візків і коробок, з'ясувати, у якій з них міститься пісок.*

У ході спостережень за взаємодією двох однакових візків та випадку, коли на один з них поставлено гирю, з'ясуємо, як змінюються швидкості руху останніх під час взаємодії.

Під час пояснення демонстраційні досліди доповнюємо демонстрацією інтерактивної комп'ютерної моделі, у якій відтворено взаємодію двох візків з однаковими та неоднаковими масами.

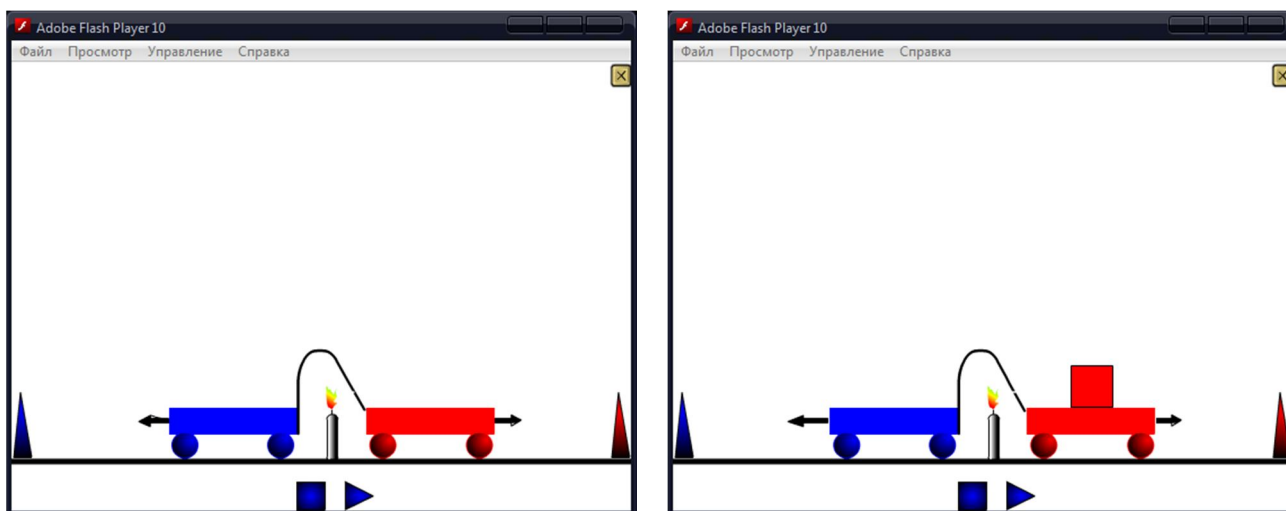


Рис. 2.3. Кадр інтерактивної моделі «Залежність прискорення тіла від його маси»

Пояснюємо учням, що швидкість руху кожного візка у моделі зображена у вигляді стрілки, довжина якої пропорційна величині швидкості його руху.

Доки візки нерухомі, їх швидкості рівні нулю, тому їх не відображено. У процесі взаємодії візків, коли другий візок ще торкається до сталевій лінійки, вектори їх швидкостей візків змінюються – збільшуються до певної величини, яка залишається сталою після припинення взаємодії до досягнення візками брусків, що і відображено на екрані.

Демонструємо два випадки взаємодії: коли маси візків однакові та коли їх маси відрізняються (на одному з візків зображено тіло).

Робимо висновок: з двох взаємодіючих тіл те з них більш інертне, яке за час взаємодії менше змінює свою швидкість. Вводимо істотні ознаки маси тіла.

7. Аналізуючи дію одного тіла на інше (наприклад, візків із попереднього досліду), ставимо навчальну задачу: *пояснити, що є причиною зміни швидкості руху тіла.*

На дослідах встановлюємо: коли на тіло діє інше тіло, наслідком чого стає зміна швидкості даного тіла або його частин (деформація), то у фізиці говорять, що «на тіло діє сила». Вводимо істотні ознаки сили.

8. Звернення до життєвого досвіду вказує на те, що будь-яке тіло, підняте над поверхнею Землі, падає на Землю. Аналізуємо стробоскопічні зображення падаючого тіла, скориставшись комп'ютерною анімацією (рис. 2.6). На екрані поряд з динамічним стробоскопічним зображенням розміщена таблиця, у якій синхронно з'являються значення переміщення кульки через певні інтервали часу та її миттєвої швидкості у ці моменти часу. Робимо висновок, що швидкість кульки весь час збільшується.

Ставимо навчальну задачу: *З'ясувати, яка сила діє на тіло у будь-якій точці біля поверхні Землі. Які особливості даної сили?*

Вводимо істотні ознаки сили тяжіння.

9. Демонструємо досліди: 1) тіло підвішене на пружині, спостерігаємо за формою і розмірами пружини; 2) на лінійку, яка лежить на двох брусках, опираючись на них своїми кінцями, покладено гирю, спостерігаємо за формою лінійки. Робимо висновок: на гирю у кожному випадку діє сила, яка дорівнює силі тяжіння, прикладена до тіла і напрямлена у протилежний бік.

Виникає питання: *Як описати і графічно зобразити цю силу?*

Вводимо істотні ознаки сили пружності, поставивши перед школярами пізнавальне завдання: *пояснити природу сили пружності.* Для розв'язання даного завдання учням пропонуємо спрогнозувати, що буде відбуватися з гумовою кулькою, наповненою водою, під час її падіння на поверхню столу та пояснити причину. Школярі висловлюють припущення, що кулька відскочить від поверхні столу. Але відповідь на запитання: «Чому?» викликає в учнів утруднення.

З'ясовуємо механізм утворення сили пружності, використовуючи комп'ютерну демонстрацію, кадри якої зображено на рис. 2.4-2.6.

У демонстрації відтворено падіння кульки, наповненої водою на стіл.

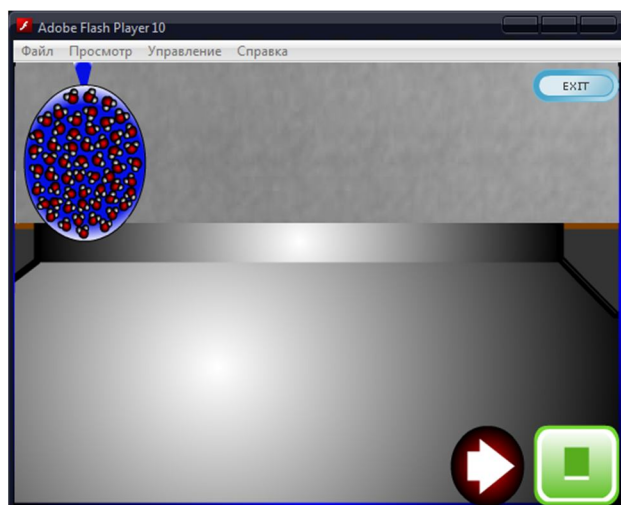


Рис. 2.4. Кадр анімації «Сила пружності»

При досягненні поверхні столу молекули, які знаходяться у нижній частині кульки, зупиняються, проте інші молекули продовжують рухатися з тією самою швидкістю. У результаті відстань між молекулами зменшується, що і відображено у зоні «лупа». Зменшення відстаней між молекулами води стає причиною прояву сил відштовхування або сил притягання між ними. Результуюча цих сил напрямлена проти напрямку деформації тіла та «прагне відновити» початкові форму і розміри тіла. Зростання значення сили пружності при цьому зображується у вигляді зміни довжини вектора, який її позначає.

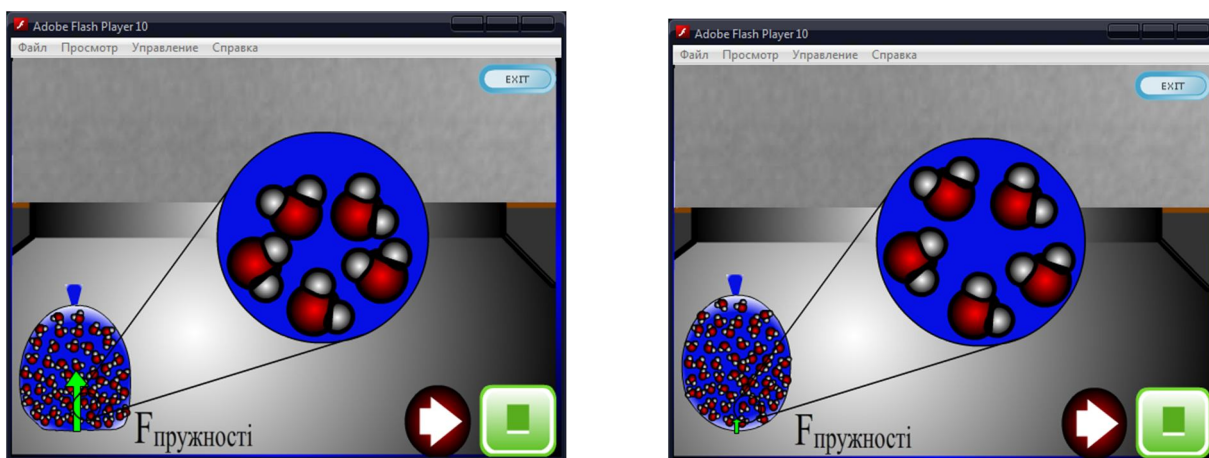


Рис. 2.5. Кадр анімації «Сила пружності»

Після того, як сила пружності досягла максимального значення, деформація починає зменшуватися і кулька відновлює свою початкову форму та відбивається від поверхні столу.

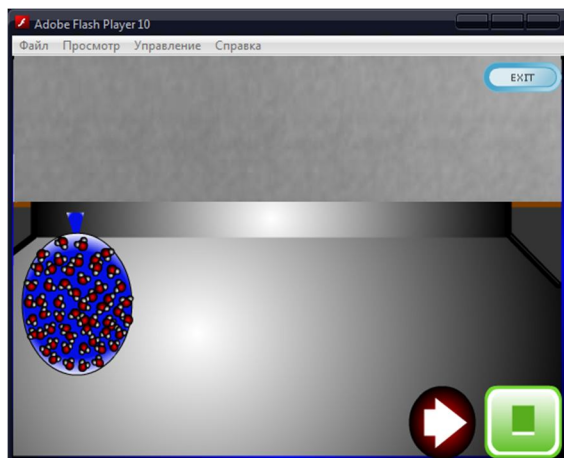


Рис. 2.6. Кадр анімації «Сила пружності»

Приходимо до висновку, що причиною виникнення сили пружності є взаємодія між молекулами.

10. Спостереження за підвішеною до пружини гирею, та лінійкою, кінці якої лежать на брусках, показують, що пружина і лінійка деформовані. Якщо прибрати гирі, то пружина й лінійка під дією сили пружності відновлюють свої початкові форму і розміри. Отже, на окремі частини пружини, зокрема на її нижню частину, і лінійки діють сили пружності. Сила, що діє на пружину або лінійку, зрівноважуючи силу пружності, прикладена до пружини чи лінійки.

Перед учнями ставимо задачу: *описати силу, яка діє на пружину або лінійку, зрівноважуючи силу пружності.*

Вводимо істотні ознаки ваги тіла.

11. Якщо на тіло не діють інші тіла, то це тіло перебуває у стані спокою або рівномірного прямолінійного руху. Причому цей рух продовжувався б нескінченно довго. Але в реальних умовах жодне рухоме тіло не рухається нескінченно довго. Візок, приведений у рух, проходячи по столу деякий шлях зупиняється. Зупинка візка свідчить про те, що на нього діє сила, що спричиняє зміну швидкості візка.

Отже, школярі зустрілися з новою силою, яку необхідно описати. Ставимо навчальну задачу: *Описати силу, яка спричиняє зміну швидкості візка.*

Учнів знайомимо з явищем тертя. Вводимо істотні ознаки сили тертя ковзання.

Під час пояснення явища тертя використовуємо комп'ютерну модель, що відображає зернисту структуру речовини, з якої виготовлено тіло (рис. 2.45). Зображення дозволяє показати, що поверхня будь-якого тіла, навіть якщо вона виглядає гладкою, має численні нерівності у вигляді виступів і западин. Коли одне тіло ковзає по поверхні іншого, ці нерівності заважають рухові. Подальший рух поверхонь одна по одній приводить до руйнування виступів на кожній з них, при цьому можна помітити, що поверхні обох тіл нагріваються. Спостерігається явище тертя між поверхнями.

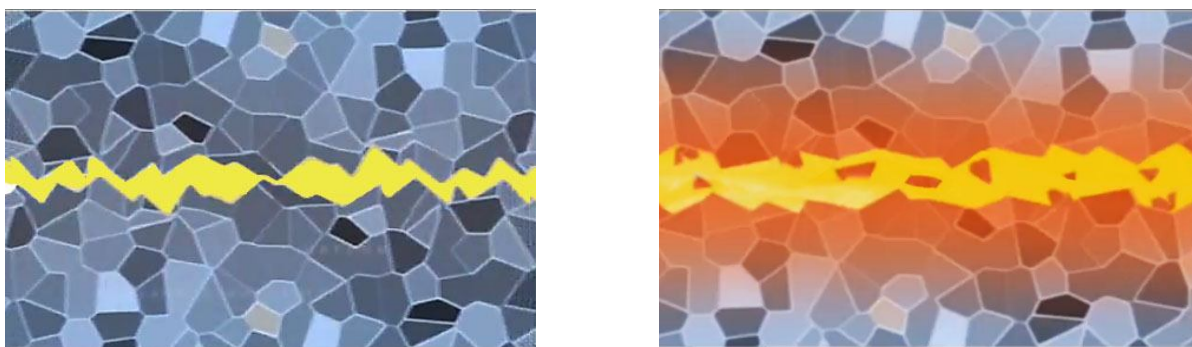


Рис. 2.7. Кадри анімації «Явище тертя»

Пояснюємо: якщо старанно полірувати поверхні тіл, які перебувають у взаємному переміщенні, можна значно зменшити тертя, оскільки розміри нерівностей стануть значно меншими. Однак, настане момент, коли подальше полірування поверхонь приведе до збільшення сили, яка перешкоджатиме руху одного тіла по поверхні іншого. Причиною цьому є те, що під час полірування поверхонь збільшується кількість їх молекул відстані між якими стають такими, що виникають сили взаємного притягання молекул.

Розповідаючи про практичне застосування явища тертя, демонструємо відеофрагмент «Зварювання тертям» (рис. 2.6.).

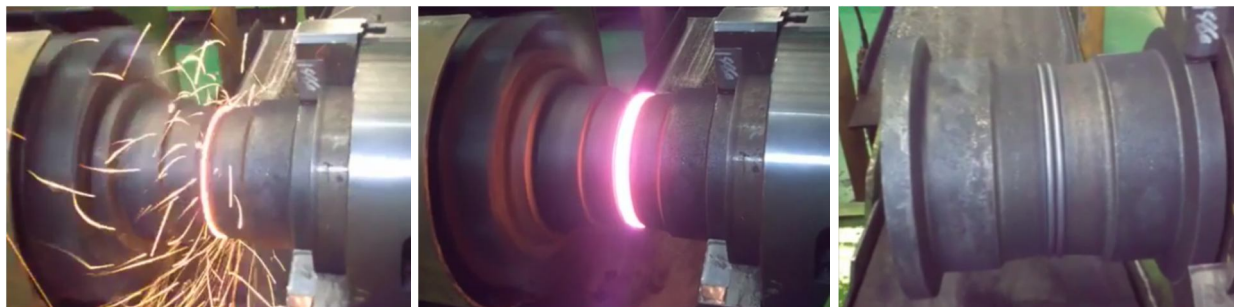


Рис. 2.8. Відеокадри «Зварювання тертям»

12. У фізиці, у випадку коли тіло рухається під дією сили, говорять, що здійснюється механічна робота. Механічні роботи можуть відрізнятися одна від одної, тому можна порівнювати їх кількісно. Отже, роботу потрібно розглядати як фізичну величину.

Стаavimo навчальну задачу. *З'ясувати, у якому випадку буде здійснена більша робота – якщо тіло масою 1 кг піднімають на висоту 2 м, чи якщо тіло масою 10 кг піднімають на висоту 20 см ?*

Вводимо істотні ознаки роботи, потужність.

13. Демонструємо: падіння м'яча, деформацію пружини підвішеної до штативу, коливання математичного маятника. Стаavimo задачу: *У якому випадку виконується механічна робота? У якому випадку механічна робота не виконується?*

На підставі понять про стан спокою, стан руху, та стан деформації тіла встановлюємо, що в усіх наведених прикладах, виконується робота при зміні стану тіла. Зміна стану тіл означає зміну їх енергії і навпаки. Механічну енергію розглядають як можливість виконання механічної роботи, тому чисельно вони дорівнюють одна одній: $E = A$ – механічна енергія дорівнює роботі, яку потрібно виконати, для того щоб змінити стан тіла.

Вводимо поняття механічної енергії.

Розглядаємо зміну потенціальної енергії тіла піднятого над землею на прикладі коливання тіла, підвішеного на нитці. Пояснення доповнюємо динамічною ілюстрацією (рис. 2.9). Спостерігаємо за зміною висоти, яка визначає потенціальну енергію кульки.

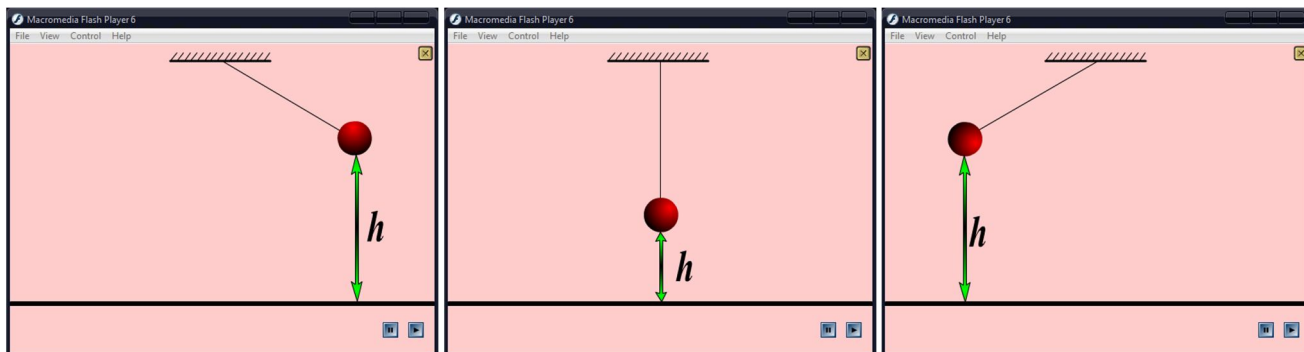


Рис. 2.9. Кадри анімації «Потенціальна енергія тіла, піднятого над поверхнею Землі»

Тіло знаходиться на максимальній висоті. Потенціальна енергія тіла піднятого над землею максимальна. Тіло починає падати. Висота, на якій знаходиться тіло, зменшується (звертаємо увагу на зменшення довжини h), тому зменшується потенціальна енергія тіла піднятого над поверхнею землі. У момент проходження тілом положення рівноваги висота підняття мінімальна, тому і енергія тіла піднятого над землею мінімальна. Тіло починає рухатися вгору. Висота збільшується, тому й потенціальна енергія тіла піднятого над землею збільшується і так далі.

Далі підкреслюємо, що для визначення значення потенціальної енергії зручно вибрати такий стан тіла, у якому її початкове значення дорівнює нулю. Такий стан має назву нульового рівня відліку потенціальної енергії (рис. 2.10).

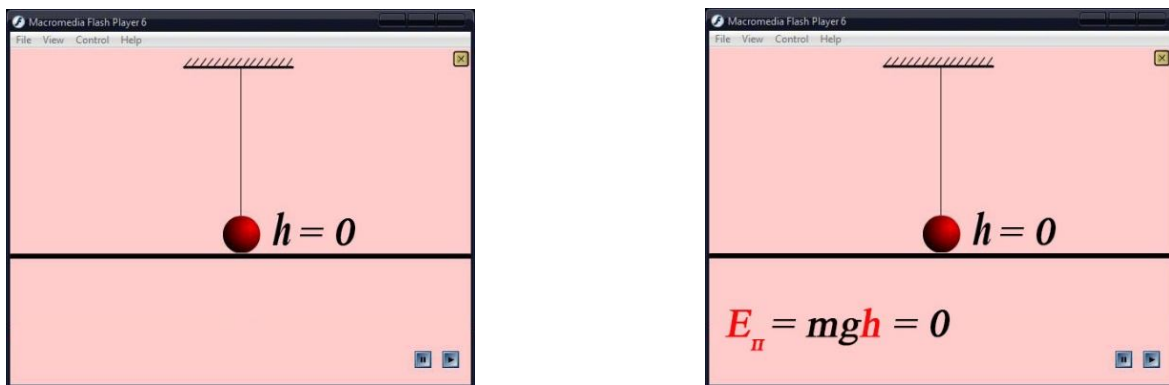


Рис. 2.10. Кадри анімації «Нульовий рівень потенціальної енергії»

На прикладі коливання тіла розглядаємо зміну кінетичної енергії. Спостерігаємо за зміною вектора швидкості, який визначає кінетичну енергію кульки (рис. 2.11).

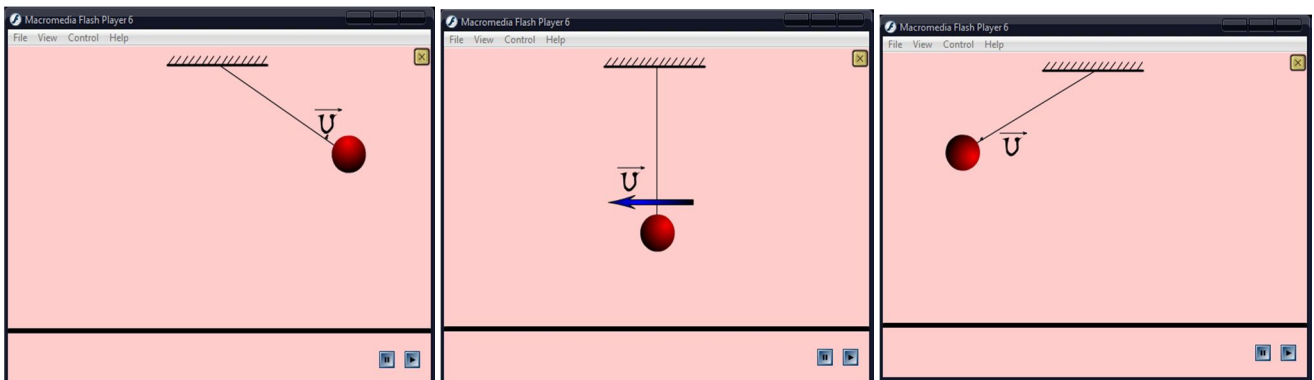


Рис. 2.11. Кадри анімації «Кінетична енергія рухомої кульки»

Спочатку тіло знаходиться у стані спокою, тобто його швидкість дорівнює нулю, тому і кінетична енергія дорівнює нулю. Тіло починає падати під дією сили тяжіння. Його швидкість збільшується (звертаємо увагу на видовження вектора швидкості $\vec{V}$), тому і кінетична енергія тіла збільшується. У найнижчій точці його швидкість максимальна, тому і кінетична енергія тіла максимальна. Тіло починає рухатися вгору проти дії сили тяжіння, тому надалі його швидкість зменшується і кінетична енергія тіла зменшується.

На прикладі розтягнення і стискання пружини розглядаємо зміну потенціальної енергії пружно-деформованого тіла.

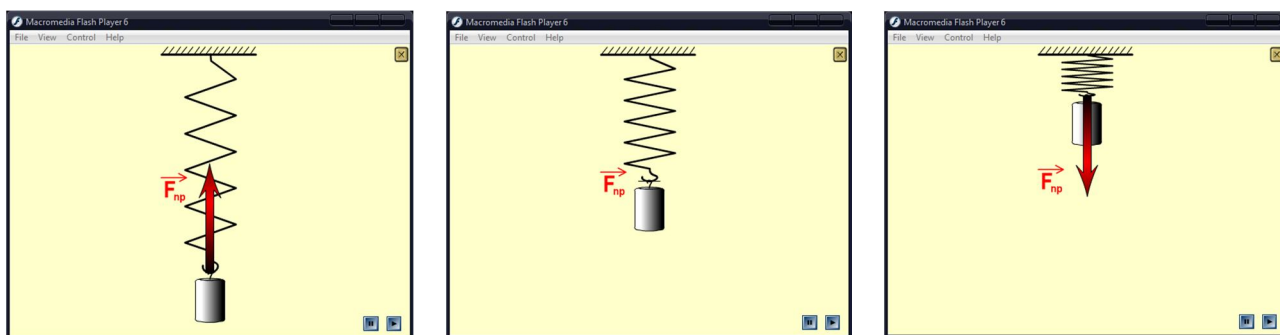


Рис. 2.12. Кадри анімації «Потенціальна енергія пружно-деформованого тіла»

Спочатку пружина максимально розтягнута. Її деформація максимальна, тому і потенціальна енергія пружно-деформованого тіла максимальна. Один кінець пружини відпускають. Деформація пружини зменшується, тому і потенціальна енергія пружно-деформованого тіла зменшується і навпаки.

На моделі пружинного маятника розглядаємо взаємні перетворення видів механічної енергії.

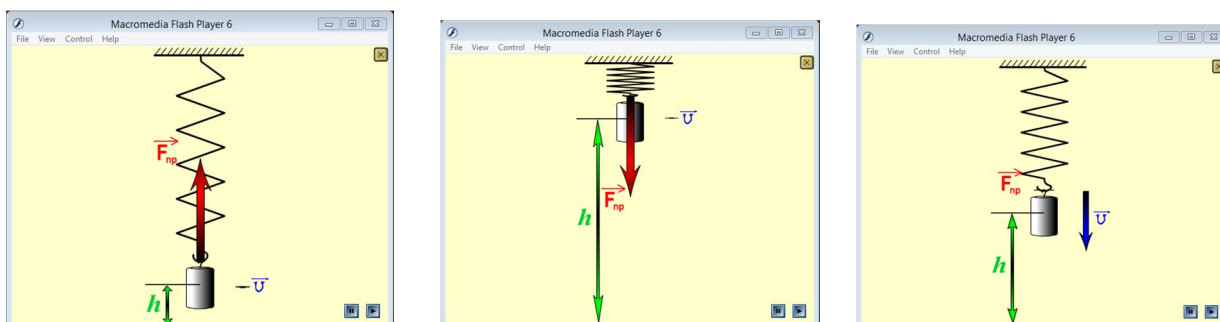


Рис. 2.13. Кадри анімації. Перетворення механічної енергії
у коливаннях пружинного маятника

Вводимо закон збереження й перетворення енергії у механічних процесах.

2.2. Вивчення механіки у курсі фізики старшої школи

Кінематика

Пригадуємо, що учні знають з основної класу про механічний рух.

Пояснюємо: 1) що вивчає розділ механіки «Кінематика»; 2) у чому полягає основна задача механіки.

Формулюємо загальну навчальну задачу. Нею є основна задача механіки: *З'ясувати, як знайти положення рухомого тіла в будь-який момент часу?*

1. Будь-яке тіло має розміри. Тому різні точки даного тіла знаходяться в різних місцях. Це створює труднощі у розв'язуванні основної задачі механіки.

Для того, щоб з'ясувати положення тіла, можна поступити так: вказати положення кожної точки тіла. Але виникає питання: на які частини треба розділити тіло, визначаючи положення кожної з них. Отже, при такому підході розв'язок задачі ускладнюється. Найпростіший розв'язок поставленої задачі полягав би у відмові від урахування форми і розміру тіла. Перевіримо можливість такого варіанту розв'язку задачі.

Ставимо задачу: *З'ясувати, чи не можна під час аналізу механічного руху знехтувати формою і розмірами рухомого тіла?*

Аналізуючи конкретні приклади, увагу учнів акцентуємо на двох випадках, коли розмірами і формою тіла під час його механічного руху можна знехтувати: 1) коли розміри тіла набагато менші за відстані, яке це тіло долає; 2) коли тіло рухається поступально.

Вказуємо, що нехтуючи розмірами і формою тіла, речовиною, з якої воно виготовлене, замінюючи реальне тіло його моделлю, необхідно враховувати масу реального тіла.

2. Встановлення того, що у деяких задачах можна нехтувати формою і розмірами рухомого тіла, спрощуючи задачу визначення положення тіла, приводить до наступної задачі: *З'ясувати, що означає вираз «вказати положення тіла»?*

Використовуючи відомі з математики способи опису положення точки, з'ясовуємо: щоб однозначно визначити місце перебування матеріальної точки відносно тіла відліку, слід увести точні кількісні

співвідношення. Для цього з ним пов'язують систему координат. Використовуючи тіло відліку і пов'язану з ним систему координат, визначають положення тіла у просторі. Водночас необхідно знати час, коли тіло перебуває саме в цьому місці простору. А це можна визначити, вибравши спосіб вимірювання часу. Отже, опис руху конкретного тіла, іншими словами, визначення положення матеріальної точки у просторі та часі, можливий лише за наявності *системи відліку*: тіла відліку, пов'язаної з ним системи координат та способу вимірювання часу.

3. Отже, положення матеріальної точки визначають за допомогою координат. Для цього вибирають тіло відліку, зв'язують з ним систему координат і спосіб вимірювання часу. Але, якщо вибрати інше тіло відліку, то координати, що визначають конкретне положення матеріальної точки, матимуть інші числові значення. Тому може виникнути необхідність визначити положення рухомої матеріальної точки відносно іншого її положення у просторі, зокрема відносно початкового положення. Формулюємо задачу: *Як визначити положення рухомої матеріальної точки відносно початкового її положення.*

3.1. Повторюємо поняття «шлях», що було введене у 7 класі і пояснюємо, як визначається положення матеріальної точки за умови відомої траєкторії її руху.

3.2. *Як розв'язати дану задачу, коли траєкторія руху невідома?*

Міркуючи, приходимо до висновку, що необхідно знати довжину відрізка, який з'єднує початкове і кінцеве положення точки, та його напрям у просторі.

Вводимо поняття переміщення $\vec{S}$, модуля вектора переміщення s і його проекції на координатну вісь (S_x, S_y) .

Вказуємо, що проекція вектора переміщення на координатну вісь визначає напрямок руху точки вздовж даної осі й те, на скільки точка перемістилася вздовж даної вісі. Якщо вектор переміщення напрямлений у бік позитивного напрямку осі, то $S_x = S$ – додатна величина, якщо у протилежний бік, то $S_x = -S$ від'ємна величина.

Відзначаємо рівність модуля вектора переміщення шляху у випадку прямолінійного руху в одну сторону.

Таким чином, розв'язок основної задачі механіки для найпростішого прямолінійного руху полягає у виборі за вихідну формулу проекції переміщення $s_x = x - x_0$. Якщо початкова координата матеріальної точки x_0 відома, то треба знати спосіб визначення або проекції переміщення S_x , або координати x – тобто залежність їх від часу, яка описується формулою – законом або рівнянням руху точки. Таку залежність можна отримати, аналізуючи конкретний вид механічного руху.

4. Перед учнями ставимо навчальну задачу, умова якої зображена на поверхні інтерактивної дошки: *Спочатку автомобіль і велосипедист знаходилися на відстані l один від одного. Рухаючись прямолінійно на зустріч один одному з швидкостями – автомобіль v_1 , велосипедист v_2 , вони зустрілися. Визначити місце зустрічі автомобіля і велосипедиста.*

Повторюємо відомі з 7 класу поняття: рівномірний рух, швидкість рівномірного руху. Формулюємо ці поняття з використанням поняття «переміщення», враховуючи його зв'язок з «шляхом».

Для запобігання плутанини у поняттях, звертаємо увагу учнів на відмінність між поняттями «переміщення» та «шлях». У механіці переміщення – це фізична величина, що характеризує певний результат руху, який переводить тіло (матеріальну точку) з початкової точки в кінцеву. Переміщення – величина векторна. Шлях, пройдений точкою – це довжина траєкторії, описаної при русі точки за час t . Шлях – це скалярна величина.

У старшій школі розглядається прямолінійний рівномірний рух, у якому шлях і модуль переміщення збігаються за значенням. Враховуючи цей факт, швидкості рівномірного прямолінійного руху можна дати визначення, аналогічне відомому учням з основної школи, використовуючи замість слова «шлях» слово «переміщення»: швидкість рівномірного прямолінійного руху – це фізична величина, яка чисельно дорівнює відношенню переміщення, здійсненого тілом за будь-який інтервал часу, до цього інтервалу часу. Пригадуючи, що результатом ділення або множення вектора на скаляр є вектор, приходимо до висновку: швидкість – величина векторна.

Знову підкреслюємо, що швидкість рівномірного прямолінійного руху не залежить від часу руху, а відношення переміщення до часу для даного руху має одне й те саме значення.

5. Висуваємо навчальну задачу (умова задачі зображена на екрані): У початковий момент часу тіло рухалося зі швидкістю 10 м/с, а через 2 с – зі швидкістю 20 м/с. Визначити швидкість руху тіла, його положення і шлях через 5 с після початку спостережень. Врахувати, що тіло рухається прямолінійно, а швидкість його руху змінювалася за будь-які рівні інтервали часу однаково.

5.1. Звертаємо увагу учнів на той факт, що у даній задачі швидкість руху одного й того самого тіла має різні значення. Про яку швидкість йде мова у даній задачі?

Вводимо поняття середньої і миттєвої швидкості.

Пояснення доповнюємо комп'ютерною демонстрацією, яка дозволяє показати, як визначити скінченний малий інтервал часу – фізично малу величину (рис. 2.12).

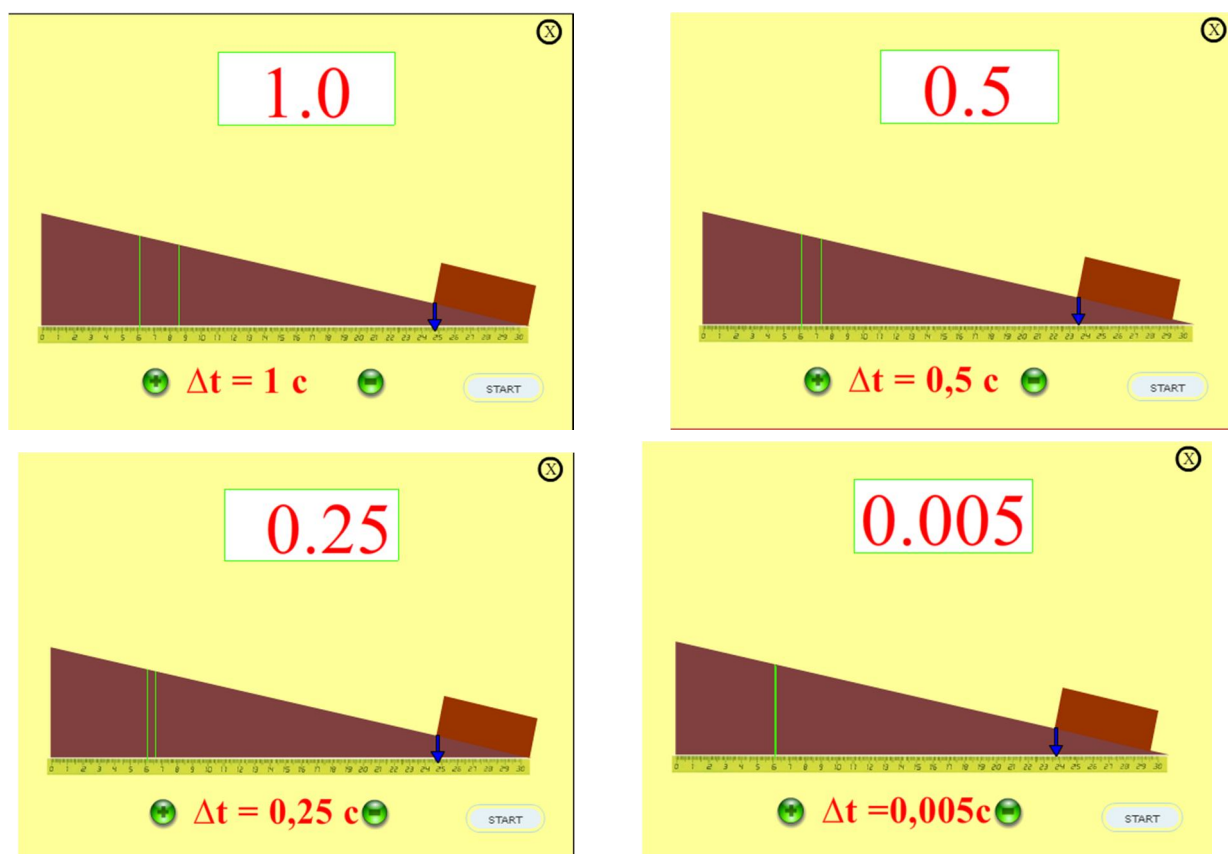


Рис. 2.14. Кадри інтерактивної моделі «Миттєва швидкість руху»

Розглядаємо відношення переміщення тіла за деякий інтервал часу до цього інтервалу часу, зменшуючи останній. Для цього розглядаємо рівнозмінний рух бруска по похилій площині. У момент часу, коли брусок

досягає першої позначки, починає «працювати» прилад відліку часу, який відлічує часові інтервали Δt тривалістю 1 с, 0,5 с, 0,25 с та 0,005 с. Наприкінці кожного з цих інтервалів фіксується положення бруска. Демонстрація дозволяє показати, що для спалахів з інтервалом 0,005 с відрізнити перше положення від другого практично неможливо, отже, подальше їх зменшення втрачає практичний зміст. Тоді середня швидкість за дуже малий інтервал часу і буде швидкістю тіла у даний момент часу або у даній точці.

Даємо визначення миттєвої швидкості як величини, що визначається відношенням переміщення за дуже малий інтервал часу до цього інтервалу.

5.2. У даній задачі задані і треба знайти миттєві швидкості у різні моменти часу. *Як знайти миттєву швидкість у будь-який момент часу?*

Вводимо поняття: рівнозмінний рух, прискорення, рівняння зміни миттєвої швидкості.

5.3 *Як знайти положення тіла у будь-який момент часу, яке рухається прямолінійно зі сталим прискоренням?*

Вводимо рівняння рівнозмінного прямолінійного руху.

5.4. Застосуємо одержані рівняння для прямолінійного рівнозмінного руху, в якому всі тіла мають однакові прискорення.

Вводимо поняття про вільне падіння тіл.

6. До цього часу розглядалися задачі, у яких рух тіла аналізувався відносно однієї системи відліку, яка вважалася нерухомою. З'ясувавши, що різні рухи можна зв'язати з різними системами відліку, у тому числі відносно двох систем відліку, які рухаються одна відносно одної, приходимо до висновку, що швидкості руху тіл у цих системах не однакові. Виходячи з того, що на практиці часто виникає необхідність встановлювати зв'язки між цими швидкостями, виникає питання: *Як описати рух одного й того самого тіла відносно різних систем відліку, які рухаються одна відносно одної?*

Вводимо поняття: відносності механічного руху і класичний закон додавання швидкостей.

Розглядаємо рух човна уперек річки, ілюструючи розповідь анімацією (рис. 2.13), що відтворює рух човна разом із зображеннями його переміщень відносно берега та відносно течії річки.

У кадрі зображено рух човна впоперек річки відносно двох систем відліку. Перша система відліку пов'язана з берегом річки (зображена білим кольором) – нерухома. Друга – пов'язана з течією річки (зображена чорним кольором) – рухома.

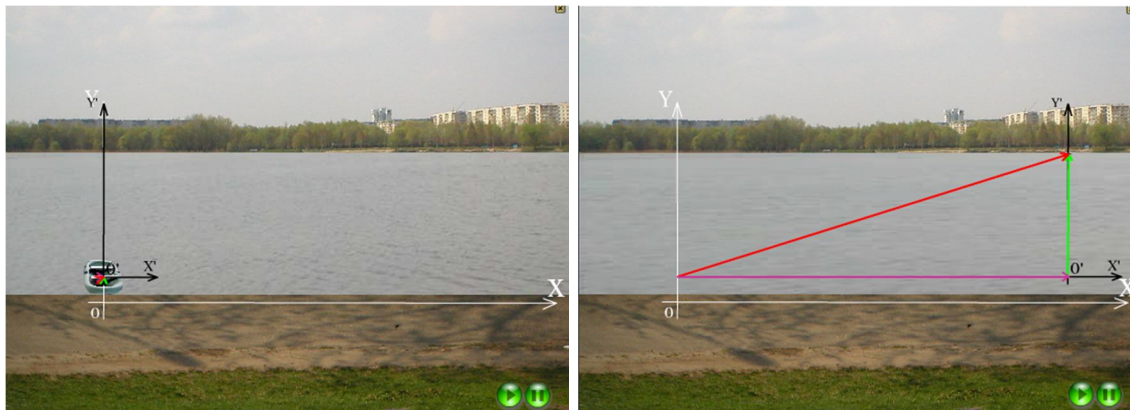


Рис. 2.15. Комп'ютерна модель «Додавання переміщень і швидкостей»

Міркуємо наступним чином. Човен рухається відносно берега і, водночас, відносно річки. Отже, мова йде про рух тіла – човна відносно двох систем відліку, які рухаються одна відносно одної. Одна система відліку пов'язана з берегом, друга – з водою у річці.

Позначимо швидкості руху човна відносно води v та v_1 , тобто відносно рухомої системи відліку, та швидкість течії v_2 , тобто рухомої системи відліку відносно нерухомої – пов'язаної із Землею (записи виконуються електронним маркером поверх зображення).

Звертаємо увагу учнів на наступне: переміщення тіла відносно рухомої системи відліку відбувається по вертикалі; відносно нерухомої системи відліку – вздовж похилої прямої, яка з'єднує початкове і кінцеве положення човна; переміщення рухомої системи відліку відносно нерухомої відбувається горизонтально.

Отже, необхідно встановити зв'язок між швидкостями тіла відносно рухомої системи відліку і нерухомої, а також швидкість рухомої системи відносно нерухомої.

Як видно: переміщення тіла відносно нерухомої системи відліку дорівнює векторній сумі переміщення тіла відносно рухомої системи відліку і переміщення самої рухомої системи відносно нерухомої $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$.

Вважаючи, що всі рухи, які розглядаються, відбуваються за однаковий час t , то поділивши обидві частини рівності на t , отримаємо вираз $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$, що виражає класичний закон додавання швидкостей.

Узагальнюємо істотні ознаки класичного закону додавання швидкостей.

7. Пригадуємо, що механічні рухи за видом траєкторії поділяються на прямолінійні і криволінійні. На прикладі прямолінійних рухів ми з'ясували, як розв'язати основну задачу механіки. Сставимо навчальну задачу:

Як розв'язати основну задачу механіки для випадку криволінійного руху?

Вводимо поняття рівномірного руху точки по колу і його характеристики.

Для ілюстрації напрямку миттєвої лінійної швидкості при рівномірному русі тіла по колу доцільно продемонструвати відеофрагмент ефектного досліду з точильним каменем, що обертається. Спостерігаємо за тим, як від оброблюваного матеріалу відлітають дрібки. Напрямок їх руху показує напрям миттєвої швидкості у момент відриву від диска.

Динаміка

Закони Ньютона

Пригадуємо, що для розв'язування основної задачі механіки необхідно знати рівняння руху, тобто залежності переміщення (координат, шляху) від часу. Рівняння руху має різний вигляд у залежності від того, який рух описується. Для рівнозмінного прямолінійного руху виконуються рівняння: $S_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ або $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$. Якщо прискорення дорівнює нулю, то отримуємо рівняння для рівномірного прямолінійного руху: $S_x = v_x t$ або $x = x_0 + v_x t$.

Отже, щоб визначити положення тіла необхідно знати початкові умови – початкову координату, початкову швидкість і прискорення. Прискорення необхідно знати і для визначення швидкості прямолінійного рівнозмінного руху: $v_x = v_{0x} + a_x t$. Виходячи з цього, ставимо загальну навчальну задачу: *З'ясувати, як знайти прискорення без використання кінематичних рівнянь.*

Відповідь на це запитання дають три закони динаміки, які були сформульовані видатним англійським вченим Ісааком Ньютоном.

1. Ставимо навчальну задачу: *з'ясувати за яких умов прискорення тіла дорівнює нулю*. Іншими словами, тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває у стані спокою.

Доводимо, що тіло знаходиться у стані спокою (відносно Землі), якщо дії на нього інших тіл скомпенсовані.

Повідомляємо, що за умови скомпенсованості зовнішніх впливів можна виділити такі системи відліку, відносно яких тіло рухається рівномірно прямолінійно.

Повторюємо поняття інерції, вводимо поняття про інерціальні системи відліку та формулюємо перший закон Ньютона.

2. З першого закону Ньютона слідує, що прискорення тіла може бути викликане лише взаємодією його з іншими тілами. Перед учнями ставимо навчальну задачу: *з'ясувати, який існує зв'язок між прискореннями тіл, що взаємодіють та їх масами*.

Повторюємо поняття маси, доповнюємо і розв'язуємо поставлену задачу.

3. Рівняння, що встановлює зв'язок між масами взаємодіючих тіл і прискореннями, що вони набувають: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$, дозволяє тільки порівняти прискорення двох взаємодіючих тіл, а не визначити їх числове значення і напрям. Тому перед школярами ставимо задачу: *З'ясувати, як можна знайти значення й напрям прискорення тіла незалежно від кінематичних рівнянь руху*.

Повторюємо й доповнюємо поняття сили. Підводимо школярів до висновку: якщо відомі сила, що діє на тіло, та маса цього тіла, то можна знайти його прискорення, скориставшись формулою $\vec{F} = m\vec{a}$, яка у такому смислі виражає *другий закон Ньютона*. Тобто, знаючи початкові умови – початкові координати й швидкість тіла, визначивши прискорення, можна знайти швидкість та положення даного тіла в будь-який момент часу, а отже, розв'язати основну задачу механіки.

Підкреслюємо, що зв'язок між прискоренням і силою має універсальний характер, не залежить від вибору інерціальної системи

відліку та справедливий за будь-якого напрямку діючої сили.

Звернуто увагу учнів на те, що: 1) закон застосовується до руху матеріальної точки в інерціальній системі відліку; 2) сила $\vec{F}$ у даних формулах є рівнодійною всіх сил, що діють на матеріальну точку; 3) з напрямом рівнодійної сил $\vec{F}$ збігається напрям вектора прискорення $\vec{a}$, тому помилковим є твердження про те, що тіло рухається у той бік, у якому діє сила [63].

4. Другий закон Ньютона дає можливість кількісно описати вплив одного тіла на друге, але цей вплив має характер взаємодії. Тому необхідно розв'язати наступну задачу: *з'ясувати, який існує взаємозв'язок між силами, що виникають під час взаємодії тіл.*

При вивченні *третього закону Ньютона* підкреслюємо, що дія тіл носить взаємний характер. У третьому законі, на відміну від другого, в однаковій мірі треба розглядати обидва тіла.

Аналізуючи третій закон Ньютона, підкреслюємо, що:

1) він виконується тільки в інерціальних системах відліку, оскільки в неінерціальних системах є сили, що визначаються характером руху системи (сили інерції);

2) сили, про які йде мова у третьому законі динаміки, завжди однієї природи й прикладені до різних тіл, вони не можуть урівноважувати одна одну;

3) рівність сил при взаємодії тіл завжди незалежна від того, чи знаходяться взаємодіючі тіла у спокої чи вони рухаються;

4) коли взаємодіють не два, а відразу кілька тіл, то третій закон динаміки справедливий для будь-якої пари тіл.

Отже, у третьому законі вказана спільна властивість всіх сил: вони виникають і зникають попарно; вони мають однакову природу й матеріальне походження. Цей закон допомагає знайти всі сили, що діють на тіло.

5. Таким чином, перший закон Ньютона дає можливість обирати системи відліку, в яких виконуються другий і третій закони динаміки. Другий закон пов'язує прикладену до тіла силу з прискоренням, яке набуває це тіло. Третій закон дозволяє визначити всі сили, які діють на дане тіло. Усі три закони Ньютона взаємопов'язані та мають сенс лише у

своїй сукупності. Задача полягає у наступному: *З'ясувати, як застосувати ці закони для розв'язування основної задачі механіки?*

Розглядаємо питання про застосування рівняння руху до розв'язання основної задачі механіки – знаючи початкові умови і прискорення руху тіла можна розв'язати основну задачу механіки.

6. Закони Ньютона справедливі в інерціальних системах відліку. Виникає питання: *Чи однаково відбуваються різні механічні явища у різних інерціальних системах відліку?*

Вводимо принцип відносності в механіці.

Рух тіла під дією кількох сил

Під час вивчення законів Ньютона, було доведено, що одночасне їх використання дозволяє знайти прискорення руху тіла. Знаючи початкові умови і прискорення можна розв'язати основну задачу механіки. Водночас, напрям і значення прискорення можна знайти з другого закону Ньютона, якщо відомі маса і сили, що діють на дане тіло. Тому перед учнями ставимо задачу: *розглянути рух тіл, на які діє деяка одна сила, або кілька сил разом.*

Виходячи з поняття єдиного шкільного курсу фізики, його концентрична побудова дозволяє враховувати той факт, що всі сили природи вивчаються на першому концентрі навчання. У 8 (7) класі вводяться всі істотні ознаки кожного виду сил (крім їх законів у деяких випадках). Отже, зміст понять про види сил на першому концентрі повинен бути так засвоєний учнями, щоб на наступному перед вчителем стояла задача доповнення, поглиблення цих питань, застосування їх для розв'язування основної задачі механіки.

Виходячи з вище викладеного, логіка вивчення наступних питань розділу динаміки побудована на повторенні, доповненні, поглибленні поняття кожного виду сил та аналізі руху тіл під дією даного виду сил.

1. Звертаючись до успіхів космонавтики (людина побувала на Місяці, за допомогою автоматичних пристроїв одержує інформацію про інші планети Сонячної системи, зокрема фотографії поверхні планети Марс, за допомогою штучних супутників Землі досліджують процеси, що відбуваються на Землі і в атмосфері), ставимо задачу: *Вивчити особливості руху штучних супутників Землі.*

Вводимо закон всесвітнього тяжіння, застосовуємо закон для розрахунків певних параметрів планет і руху штучних супутників Землі.

Розкриваючи фізичний зміст гравітаційної сталої G , розглядаємо фундаментальні дослід з визначення її значення. Під час викладу матеріалу звертаємося до історичної послідовності подій. Коли І. Ньютон відкрив закон всесвітнього тяжіння, він не знав жодного числового значення мас небесних тіл, у тому числі й Землі. Невідомо йому було і значення сталої G . Перші вимірювання гравітаційної сталої були здійснені в середині XVIII ст. Експеримент був запропонований Джоном Мічеллом. Саме він сконструював ключову деталь в експериментальній установці – крутильні терези, однак помер у 1793 так і не поставивши досліду. Після його смерті експериментальна установка перейшла до Генрі Кавендіша. Кавендіш модифікував установку, провів дослід і опублікував їх результати у праці «Experiments to determine the Density of the Earth» (1798 р.).

Для демонстрації використовуємо інтерактивну комп'ютерну модель (рис. 2.1), яка відтворює дослід Кавендіша з вимірювання сил гравітаційної взаємодії.

Зазначаємо, що метод, запропонований і використаний у своїх дослідках Г. Кавендішем, пізніше удосконалений, дозволив у минулому столітті отримати числове значення гравітаційної сталої G .

Звертаємо увагу учнів на те, що у другому законі Ньютона маса виступає коефіцієнтом пропорційності між силою та прискоренням і характеризує інертні властивості тіл, а у законі всесвітнього тяжіння маса фігурує як константа, що визначає силу тяжіння між двома масами та є характеристикою їх гравітаційних властивостей. Спостереження за коливаннями маятника Галілея та експерименти з маятниками, проведені з більшою точністю Ньютоном, показують, що обидві маси дорівнюють одна одній. Остаточно рівність інертної та гравітаційної мас була доведена у дослідках Етвеша.

2. Під час вивчення кінематики, використовуючи рівняння рівнозмінного руху, ми розв'язували задачі на вільне падіння тіл. Ставимо задачу: *Вивчити рухи тіл кинутих вертикально вгору, горизонтально, під кутом до горизонту.*

Повторюємо поняття сили тяжіння, доповнюємо, застосовуємо до розв'язування задач.

3. Крім сили всесвітнього тяжіння й сили тяжіння на рух тіл можуть впливати деформовані тіла, тобто сили пружності. Тому ставимо задачу: *Вивчити особливості руху тіл під дією сили пружності.*

Повторюємо поняття сили пружності, доповнюємо, застосовуємо для аналізу руху тіл під дією цієї сили.

4. Якщо на опорі або підвісі знаходиться тіло, то на нього одночасно діють сила тяжіння і сила пружності, що є результатом деформації опори або підвісу.

Висуваємо навчальну задачу: *З'ясувати, як діє тіло на опору або підвіс під час прискореного руху тіла і опори або підвісу по вертикалі.*

Повторюємо поняття ваги тіла, доповнюємо, застосовуючи для руху тіл разом з опорою або підвісом по вертикалі, зокрема для аналізу понять невагомості і перевантаження.

5. Крім сил всесвітнього тяжіння, сили тяжіння, сили пружності на тіла діють сили тертя. Тому ставимо перед учнями задачу: *Вивчити особливості руху тіл при наявності сил тертя.*

Повторюємо поняття сили тертя, аналізуємо поняття сили тертя спокою і застосовуємо його до розв'язування задач. Аналізуємо силу тертя ковзання і застосовуємо для розв'язування задач.

6. У реальних умовах на рухоме тіло одночасно діють декілька сил. Тому ставимо задачу: *Вивчити рух тіл під дією декількох сил.*

Формуємо у школярів вміння розв'язувати задачі на рух не тільки окремих тіл, а й їх систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретические основы : [учеб. пособ. для пед. ин-тов по физ.-мат. спец.] / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288с.
2. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики в середній школі: монографія / Величко С. П. – Кіровоград: КДПУ, 1998. – 302 с.
3. Голин Г. М. Кавендиш Г. Опыты по определению плотности Земли // Классики физической науки. / Голин Г. М. Филонович С. Р. – М., 1989. – С. 255–268
4. Демонстраційний експеримент з фізики : навч. посібник / Шут М. І., Биков В. Ю., Кучменко О. М., Адаменко І. І., Жук Ю. О., Плахтійко О. М., Касперський А. В., Благодаренко Л. Ю., Сергієнко В. П., Заболотний В. Ф.; за ред. М. І. Шута, В. Ю. Бикова. – К. : ВЦ «Просвіта», 2003. – 237 с.
5. Державний стандарт базової і повної середньої освіти / Освіта України, №5. 20 січня – 2004. – С. 8–10.
6. Елизаров К.Н. О записях на классной доске на уроках физики / К. Н. Елизаров – Л. : Городской метод. кабинет Ленинградского городского отдела народного образования, 1938.
7. Заболотний В. Ф. Фізика-7. Мультимедійні додатки [Електронний засіб навчального призначення] / В. Ф. Заболотний, Н. А. Мисліцька, М. І. Шут – 760 Mb. – К.: Вид-во Rostok Records, 2009.
8. Заболотний В. Ф. Комп'ютерні моделі в системі формування понять кінематики / В. Ф. Заболотний, Н. А. Мисліцька // Наукові записки. – випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2006. – Ч. 2. – С. 127–132.
9. Загальні питання комплексного використання дидактичних засобів у навчання фізики / За ред. Є. В. Коршака. – К. : Рад. школа, 1983. – 132 с.
10. Каленик В. І. Лекційно-практичні заняття з методики викладання окремих тем шкільного курсу фізики. Ч. 1 : Механіка. : навч. посіб. для студ. фіз.-мат. ф-тів пед. ун-тів / В. І. Каленик, М. В. Каленик. – Суми : Сумський держ. педагогічний ун-т ім. А.С.Макаренка, – 2005. – 143 с
11. Каленик М. Мультимедійні задачі з фізики / М. Каленик // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. – 2008. – № 3. – С. 31-34.
12. Каленик В. И. Интеграция идей организации процесса обучения в общеобразовательной школе / В. И. Каленик. – Сумы : МКИПП «Мрия», 1992. – 164 с.
13. Каленик В. І. Шкільний курс фізики : методичний посібник / Каленик В. І., Каленик М. В. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2001. – 116 с.

14. Каленик В. І. Питання загальної методики навчання фізики: пробний навчальний посібник / Каленик В. І., Каленик М. В. – Суми : СДПУ ім. А.С.Макаренка, 2000.
15. Каленик М. Методика віртуального демонстраційного фізичного експерименту / М. Каленик, О. Пасько // Фізика та астрономія в школі : Науково-методичний журнал. – 2009. – N 1. – С. 29–32.
16. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід і українські перспективи / За заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – 112 с.
17. Комплексне використання дидактичних засобів у навчанні фізики: Збірник статей / За ред. Є. В. Коршака. Упорядник В.Г. Нижник. – К.: Радянська школа, 1983. – 132 с.
18. Концепція створення засобів навчання нового покоління для середніх закладів освіти України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/>.
19. Лапінський В. Мультимедійна дошка / Віталій Лапінський, Любов Карташова. К.: Шк. світ, 2011. – 112 с
20. Методика преподавания физики в 8–10 классах средней школы : пособие для учителей физики : в 2-х ч. Ч. 1 / В. П. Орехов [и др.] ; ред.: В. П. Орехов, А. В. Усова. – М. : Просвещение, 1980. – 320 с.
21. Наказ Міністерства освіти і науки України від 05.05.2008 р. № 371 «Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/>
22. Наказ Міністерства освіти і науки України від 13.04.2011 р. № 329 «Про затвердження критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів (вихованців) у системі загальної середньої освіти». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mon.gov.ua/>
23. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика: Астрономія, 7-12 кл. [Текст] – К.: Ірпінь: Перун, 2005. – 80 с.
24. Фізика : 7-9 кл. : навч. прогр. для загальноосвіт. навч. закладів / О. І. Ляшенко [та ін.] // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – N 6. – С. 2–13.
25. Шут М. І. Застосування до навчання фізики складових сучасного навчального середовища / М. І. Шут, В. В. Лапінський // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини / гол. ред.: Мартинюк М. Т. – Умань : СПД Жовтий, 2008. – Ч. 2. – С. 306–317.
26. Эвенчик Э. Е. Методика преподавания физики в средней школе : пособие для учителя. Механика / Э. Е. Эвенчик. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Просвещение, 1986. – 240 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Демонстраційні комп'ютерні моделі у вивченні рівномірного руху

Учні повинні засвоїти: 1. Рівномірним рухом називається рух, під час якого тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи. 2. Рівномірні рухи відрізняються одні від одних тим, що тіла за один і той самий час проходять різні шляхи. Говорять, що ці рухи відрізняються швидкостями. 3. Швидкістю рівномірного руху називають фізичну величину, яка дорівнює відношенню шляху, пройденому тілом за будь-який проміжок часу, до цього часу. 4. Якщо позначити буквами: шлях – s , час – t , швидкість – v , то $v = \frac{s}{t}$. 5. У Міжнародній системі одиниць швидкість вимірюється в м/с. 6. Швидкість має напрям, який збігається з напрямом руху тіла.

I. Висування навчальної задачі.

Повторюємо, що пройдений тілом шлях дорівнює довжині траєкторії руху тіла, його можна знайти, вимірявши приладами, призначеними для вимірювання довжини. Славимо навчальну задачу: *Як знайти шлях, не користуючись приладами для вимірювання довжини?*

II. Прогнозування наступної діяльності

Пояснюємо на прикладі, як шлях залежить від часу руху тіла, використовуючи інтерактивну комп'ютерну модель (рис. 2.2).

Розглядаємо рух човна за течією річки. Будемо відмічати його положення через рівні інтервали часу. Для відліку часу використовується віртуальний прилад, зображений у верхній частині кадру. Цей прилад подає сигнали через рівні інтервали часу, змінюючи забарвлення. Часові інтервали можна змінювати.

Демонструється цифрова модель: човен рухається вздовж річки. При цьому у відповідний колір зафарбовується і кожен відрізок шляху, пройдений ним за одиницю часу. Звертаємо увагу учнів на результат: човен проходить рівні шляхи за рівні проміжки часу.

Повторюємо дослід, змінюючи час між сигналами віртуального приладу. Робимо висновок: човен знову проходить рівні шляхи за будь які рівні інтервали часу. Такий рух називається рівномірним рухом.

III. Вводимо істотні ознаки швидкості рівномірного руху.

Особливості вивчення сили пружності з використанням комп'ютерних демонстрацій

Учні повинні засвоїти: 1. Зміну форми тіла, внаслідок взаємодії з іншими тілами називають деформацією. 2. При деформації виникає сила пружності, напрям якої протилежний напрямку деформації. 3. Причиною виникнення сили пружності є взаємодія між молекулами. При деформації змінюються відстані між молекулами, в тому проявляються сили відштовхування або сили притягання між ними, які прагнуть відновити початкову форму і розміри тіла. 4. Сила пружності діє на окремі частини деформованого тіла і на тіла, з якими взаємодіє деформоване тіло. 5. Сила пружності пропорційна деформації. Закон Гука справедливий лише для тих деформацій, після припинення яких тіла повністю відновлюють свою форму.

I. Висування навчальної задачі.

Демонструємо досліди: 1) тіло підвішене на пружині, спостерігаємо за формою і розмірами пружини; 2) на лінійку, яка лежить на двох брусках, опираючись на них своїми кінцями, покладено гирю, спостерігаємо за формою лінійки.

Робимо висновок: на кожен гирю діє ще одна сила, яка дорівнює силі тяжіння, прикладена до тіла і напрямлена у протилежний бік. Особливістю цієї сили є те, що вона виникає під час деформації, а її напрям протилежний напрямку деформації. Цю силу називають силою пружності.

Ставимо перед учнями задачу *описати й графічно зобразити силу пружності*.

II. Планування наступної діяльності.

– Що треба знати про будь-яку силу? (Узагальнена система істотних ознак сили).

III. Введення істотних ознак сили пружності

1. Вводимо істотні ознаки сили пружності, поставивши перед школярами пізнавальне завдання: *пояснити природу сили пружності*.

Для розв'язання даного завдання учням пропонуємо спрогнозувати, що буде відбуватися з гумовою кулькою, наповненою водою, під час її

падіння на поверхню столу та пояснити причину. Школярі висловлюють припущення, що кулька відскочить від поверхні столу. Але відповідь на запитання: «Чому?» викликає в учнів утруднення.

З'ясовуємо механізм утворення сили пружності, використовуючи комп'ютерну демонстрацію (рис. 2.4).

У демонстрації відтворено падіння кульки, наповненої водою на стіл. При досягненні поверхні столу молекули, які знаходяться у нижній частині кульки, зупиняються, проте інші молекули продовжують рухатися з тією самою швидкістю. У результаті відстань між молекулами зменшується, що і відображено у зоні «лупа». Зменшення відстаней між молекулами води стає причиною прояву сил відштовхування або сил притягання між ними. Результуюча цих сил напрямлена проти напрямку деформації тіла та «прагне відновити» початкові форму і розміри тіла. Зростання значення сили пружності при цьому зображується у вигляді зміни довжини вектора, який її позначає. Після того, як сила пружності досягла максимального значення, деформація починає зменшуватися і кулька відновлює свою початкову форму та відбивається від поверхні столу.

Приходимо до висновку, що причиною виникнення сили пружності є взаємодія між молекулами.

2. До чого прикладена сила пружності?

Розглядаючи нерухомість гир на пружині і лінійці, ми з'ясували, що сила прикладена до гир, тобто тіл, взаємодія з якими спричиняє деформацію пружини і лінійки. Водночас, сила пружності, напрямлена протилежно деформації, діє і на окремі частини деформованого тіла, намагаючись відновити початкові форму і розміри всього тіла.

3. Який зв'язок між силою пружності і деформацією тіла?

Розглянемо силу пружності, що виникає під час деформації пружини.

Якщо початкова довжина пружини l_0 , а довжина деформованої пружини l , то величина $\Delta l = l - l_0$ вказує на скільки змінилася довжина пружини і має назву видовження тіла. Чим більше видовження пружини, тим більша її деформація.

Отже, для встановлення зв'язку між силою пружності і деформацією необхідно з'ясувати зв'язок між силою пружності і видовженням тіла.

Демонструємо дослід з динамометром Бакушинського, шкала якого закрита смужкою паперу.

Для створення у свідомості учнів зв'язку між спостережуваним розтягом пружини внаслідок підвішування до неї тягарців та геометричним образом даного явища доповнюємо проведені досліді демонстрацією комп'ютерної моделі.

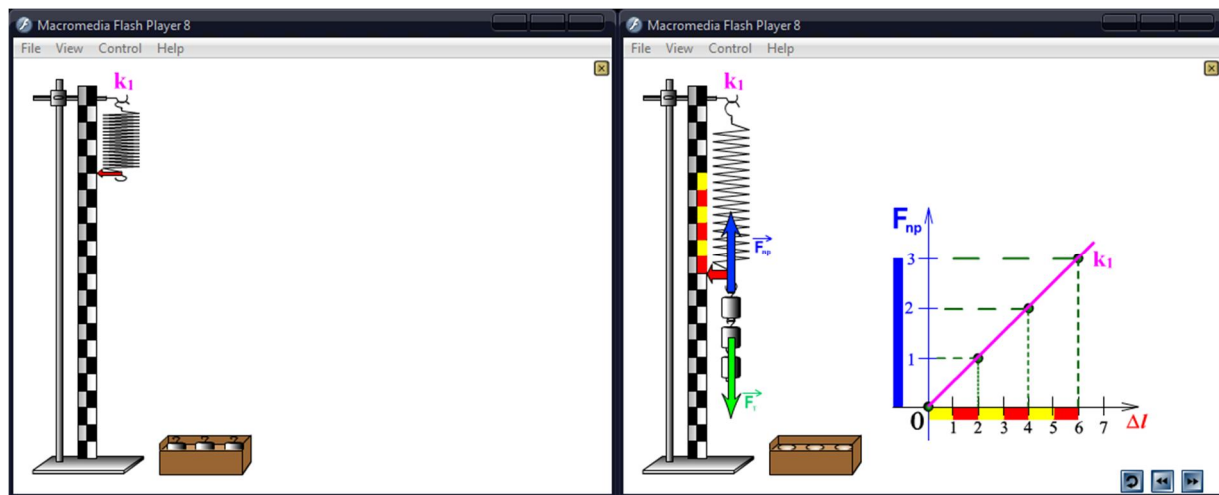


Рис. Б.1. Кадри анімації

Спочатку на екрані імітується проведення експерименту. Дотиком і утриманням руки переміщуємо тягарці, по черзі «підвешуючи» їх на пружину. Видовження пружини при цьому зображується зафарбовуванням поділок «лінійки» у червоний та жовтий кольори. Внаслідок підвішування на пружину одного тягарця вона видовжується на дві поділки (рис. Б.1). При цьому у кадрі відображено й зміну сил тяжіння та пружності як зміну відповідних довжин векторів.

Після того, як усі тягарці підвішені, у вільній частині екрану з'являється система координат. На вісі абсцис відкладатимемо відповідні значення видовження пружини, на вісі ординат – значення сили пружності.

Повторюється віртуальний дослід. Паралельно у системі координат відкладаються значення сили пружності та видовження пружини. При цьому відрізки координатних осей поступово зафарбовуються у кольори, які відповідають видовженню та силі пружності на зображенні експериментальної установки. Утворені точки з'єднуються лінією графіку.

Використовуючи міжпредметні зв'язки фізики з математикою, пригадуємо, і записуємо рівняння прямої у вигляді $F = k_1 \Delta l$.

Віртуальний дослід повторюємо для іншої пружини. Звертаємо увагу учнів на тому, що видовження під час підвішування другої пружини відрізняється – замість двох поділок, як у попередньому випадку, тільки одна. Однак значення сили пружності не змінилося. Результати спостережень фіксуються на графіку.

Записуємо рівняння для другого випадку $F = k_2 \Delta l$.

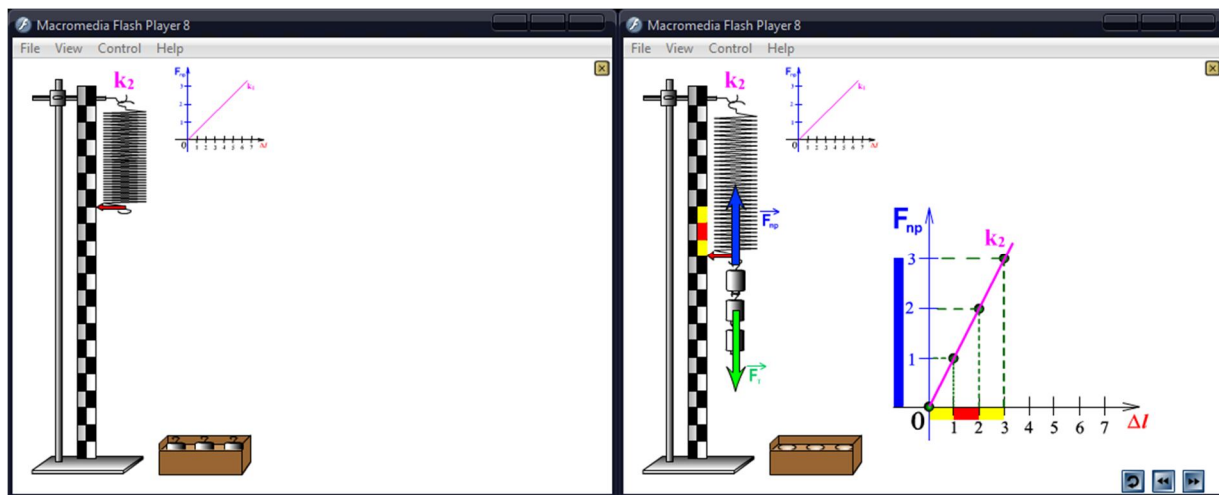


Рис. Б.2. Кадри анімації

Суміщуючи побудовані графіки, порівнюємо k_1 та k_2 .

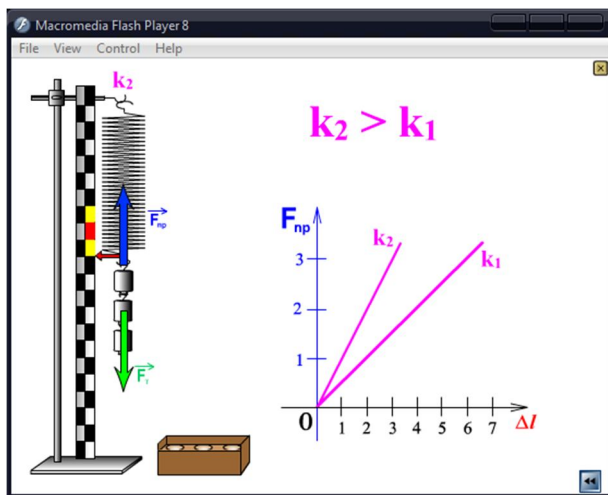


Рис. Б.3. Кадри анімації

Робимо висновок: сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла. Вводимо закон Гука. Знайомимо учнів з принципом дії динамометра.

Формування знань учнів про механічну енергію засобами мультимедіа

Учні повинні засвоїти: 1. Всі тіла можуть знаходитись у різних станах (стан спокою, рух тіла, стиснута пружина, тіло знаходиться на певній відстані від Землі). При переході з одного стану в інший тіло може виконати роботу. Якщо тіло, або декілька взаємодіючих між собою тіл можуть, за певних умов, виконати роботу, то говорять, що вони мають механічну енергію. 2. Механічна енергія дорівнює роботі, яку потрібно виконати, для того, щоб підняти тіло над Землею на деяку висоту, деформувати тіло, або надати йому певну швидкість $E = A$. 3. Розрізняють два види механічної енергії – потенціальна (енергія взаємодії) і кінетична (енергія руху). 4. Тіло, що знаходиться на певній відстані від поверхні землі, має потенціальну енергію тіла піднятого над землею. Чим більша маса і висота підняття тіла над землею, тим більша потенціальна енергія тіла піднятого над землею $E = mgh$. 5. Тіло, що рухається має кінетичну енергію. Чим більша маса і швидкість тіла, тим більша його кінетична енергія $E = \frac{m \cdot v^2}{2}$. 6. Пружнодеформоване тіло має потенціальну енергію пружнодеформованого тіла. Чим більша жорсткість тіла і його деформація, тим більша енергія пружнодеформованого тіла $E = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2}$. 7. Недеформоване тіло, яке знаходиться у стані спокою, на самому нижчому з можливих положень над землею не має механічної енергії. 8. Механічна енергія в системі СІ вимірюється в джоулях Дж.

I. Висування навчальної задачі.

Демонструємо: падіння м'яча, деформацію пружини підвішеної до штативу, коливання математичного маятника. Ставимо задачу: *У якому випадку виконується механічна робота? У якому випадку механічна робота не виконується?*

На підставі понять про стан спокою, стан руху, та стан деформації тіла встановлюємо, що в усіх наведених прикладах, виконується робота при зміні стану тіла. Зміна стану тіл означає зміну їх енергії і навпаки. Механічну енергію розглядають як можливість виконання механічної

роботи, тому чисельно вони дорівнюють одна одній: $E = A$ механічна енергія дорівнює роботі, яку потрібно виконати, для того щоб змінити стан тіла.

II. Планування наступної діяльності.

На підставі понять про стан спокою, стан руху, та стан деформації тіла встановлюємо, що в усіх наведених прикладах, виконується робота при зміні стану тіла. Зміна стану тіл означає зміну їх енергії і навпаки. Якщо тіло може виконати роботу, то воно має енергію.

Виходячи з того, що тіло може перебувати у різних станах і виконувати різну механічну роботу, то і тіло може мати різну механічну енергію. Тобто енергію потрібно розглядати як фізичну величину.

III. Введення істотних ознак механічної енергії

Розглядаємо зміну потенціальної енергії тіла піднятого над землею на прикладі коливання тіла, підвішеного на нитці.

Пояснення доповнюємо динамічною ілюстрацією (рис. 2.9.). Спостерігаємо за зміною висоти, яка визначає потенціальну енергію кульки.

Тіло знаходиться на максимальній висоті. Потенціальна енергія тіла піднятого над землею максимальна. Тіло починає падати. Висота, на якій знаходиться тіло, зменшується (звертаємо увагу на зменшення довжини h), тому зменшується потенціальна енергія тіла піднятого над поверхнею землі. У момент проходження тілом положення рівноваги висота підняття мінімальна, тому і енергія тіла піднятого над землею мінімальна. Тіло починає рухатися вгору. Висота збільшується, тому й потенціальна енергія тіла піднятого над землею збільшується і так далі.

Далі підкреслюємо, що для визначення значення потенціальної енергії зручно вибрати такий стан тіла, у якому її початкове значення дорівнює нулю. Такий стан має назву нульового рівня відліку потенціальної енергії (рис. 2.10).

На прикладі коливання тіла розглядаємо зміну кінетичної енергії. Спостерігаємо за зміною вектора швидкості, який визначає кінетичну енергію кульки (рис. 2.11).

Спочатку тіло знаходиться у стані спокою, тобто його швидкість дорівнює нулю, тому і кінетична енергія дорівнює нулю. Тіло починає

падати під дією сили тяжіння. Його швидкість збільшується (звертаємо увагу на видовження вектора швидкості $\vec{v}$), тому і кінетична енергія тіла збільшується. У найнижчій точці його швидкість максимальна, тому і кінетична енергія тіла максимальна. Тіло починає рухатися вгору проти дії сили тяжіння, тому надалі його швидкість зменшується і кінетична енергія тіла зменшується.

На прикладі розтягнення і стискання пружини розглядаємо зміну потенціальної енергії пружно-деформованого тіла (рис. 2.12).

Спочатку пружина максимально розтягнута. Її деформація максимальна, тому і потенціальна енергія пружно-деформованого тіла максимальна. Один кінець пружини відпускають. Деформація пружини зменшується, тому і потенціальна енергія пружно-деформованого тіла зменшується і навпаки.

На моделі пружинного маятника розглядаємо взаємні перетворення видів механічної енергії (рис. 2.13).

Вводимо закон збереження й перетворення енергії у механічних процесах.

Методика формування поняття відносності руху в механіці засобами мультимедіа

Учні повинні засвоїти:

1. Переміщення $\vec{S}$ відносно нерухомої системи відліку пов'язане з переміщенням $\vec{S}_1$ тіла відносно рухомої системи і переміщенням $\vec{S}_2$ цієї системи відносно нерухомої формулою: $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$.

2. Швидкість тіла $\vec{v}$ відносно нерухомої системи відліку дорівнює геометричній сумі швидкості тіла відносно рухомої системи $\vec{v}_1$ і швидкості рухомої системи відносно нерухомої $\vec{v}_2$: $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$.

I. Постановка навчальної задачі

Повторюється визначення механічного руху та системи відліку.

На прикладах руху людини вздовж вагона рухомого поїзда та плавця перпендикулярно до течії річки, учні з'ясовують, що ці рухи можна зв'язати з різними системами відліку, у тому числі відносно двох систем відліку, що рухаються одна відносно одної.

Як описати рух одного й того самого тіла відносно різних систем відліку, які рухаються одна відносно одної?

II. Прогноз.

Вводяться поняття абсолютного, відносного, переносного руху і прогнозується наступна діяльність: треба знайти зв'язок між абсолютним, відносним і переносним переміщеннями.

III. Введення класичного закону додавання швидкостей.

1. Розв'язуємо пізнавальне завдання: *знайти зв'язок між абсолютним, відносним і переносним переміщеннями тіла.*

Розглядаємо рух човна уперек річки, ілюструючи розповідь анімацією (рис. 2.13), що відтворює рух човна разом із зображеннями його переміщень відносно берега та відносно течії річки.

У кадрі зображено рух човна вперек річки відносно двох систем відліку. Перша система відліку пов'язана з берегом річки (зображена білим кольором) – нерухома. Друга – пов'язана з течією річки (зображена чорним кольором) – рухома.

Міркуємо наступним чином. Човен рухається відносно берега і, водночас, відносно річки. Отже, мова йде про рух тіла – човна відносно двох систем відліку, які рухаються одна відносно одної. Одна система відліку пов'язана з берегом, друга – зводою у річці.

Позначимо швидкості руху човна відносно води v та v_1 , тобто відносно рухомої системи відліку, та швидкість течії v_2 , тобто рухомої системи відліку відносно нерухомої – пов'язаної із Землею (записи виконуються електронним маркером поверх зображення).

Звертаємо увагу учнів на наступне: переміщення тіла відносно рухомої системи відліку відбувається по вертикалі; відносно нерухомої системи відліку – вздовж похилої прямої, яка з'єднує початкове і кінцеве положення човна; переміщення рухомої системи відліку відносно нерухомої відбувається горизонтально.

Отже, необхідно встановити зв'язок між швидкостями тіла відносно рухомої системи відліку і нерухомої, а також швидкість рухомої системи відносно нерухомої.

Як видно: переміщення тіла відносно нерухомої системи відліку дорівнює векторній сумі переміщення тіла відносно рухомої системи відліку і переміщення самої рухомої системи відносно нерухомої $\vec{S} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$.

2. Розв'язуємо пізнавальне завдання: *як знайти зв'язок між абсолютною, відносною і переносною швидкостями тіла.*

Вважаючи, що всі рухи, які розглядаються, відбуваються за однаковий час t , то поділивши обидві частини рівності на t , отримаємо вираз $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$, що виражає класичний закон додавання швидкостей.

Під час застосування цього закону дуже часто доцільно нерухому систему відліку пов'язувати з рухомим тілом. Тому учні повинні зрозуміти зв'язок між швидкостями руху систем відліку.

Показуємо рух систем відліку одна відносно одної, коли по-черзі одну з них приймають за нерухому. Демонструємо анімацію.



Рис. Д.1. Кадри анімації «відносність руху»

Якщо нерухому систему відліку пов'язати з Землею, то система відліку, що пов'язана з собакою, рухається зі швидкістю $\vec{v}$ відносно Землі.

Якщо нерухому систему відліку пов'язати з собакою, то система відліку, що пов'язана із Землею, рухається з такою самою за значенням швидкістю, але у протилежний бік.

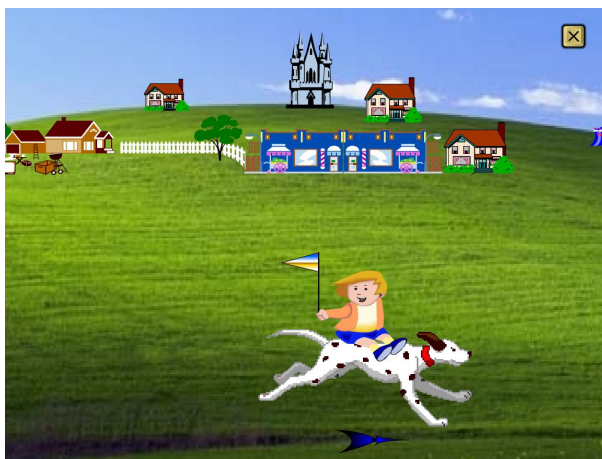


Рис. Д.2. Кадри анімації «відносність руху»

Узагальнюємо істотні ознаки класичного закону додавання швидкостей.

Навчальне видання

Ольга Пасько

**Використання мультимедійних освітніх засобів
у навчанні механіки учнів загальноосвітніх
навчальних закладів**

Відповідальний за випуск **А. А. Сбруєва**

Комп'ютерний набір **О. О. Пасько**

Комп'ютерна верстка **Ю. С. Нечипоренко**

Здано до складання 20.11.2013. Підписано до друку 23.12.2013.

Формат 60x84/16. Гарн. Cambria. Папір офсет. Друк. ризогр.

Умовн. друк. арк. 4,4. Обл.-вид. арк. 3,7.

Тираж 100. Вид. № 72.

вул. Роменська, 87, м. Суми, 40002,
СумДПУ імені А. С. Макаренка

Виготовлено на обладнанні СумДПУ імені А. С. Макаренка

