

ІНКЛЮЗИВНЕ НАВЧАННЯ ПРИ ПОРУШЕННІ СЛУХУ: ПРАКТИКИ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

За редакцією І. Березовської, К. Мінакової

**Навчальний посібник для викладачів природничих і
технічних дисциплін**

**Львів
Простір - М
2021**

УДК 378.147:5:(371.72:616.28-008.1) (07)
I-654

*Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради
Національного технічного університету «Харківський політехнічний
інститут» (протокол №2 від 26.02.2021 р.)*

Інклюзивне навчання при порушенні слуху: практики викладання природничих наук: Навчальний посібник / за ред. І. Березовської, К. Мінакової. – Львів: Простір-М, 2021. – 184 с.

ISBN 978-617-7746-84-1

У посібнику висвітлюються сучасні тенденції у практичному аспекті викладання природничих і технічних дисциплін в контексті інклюзивного навчання при порушенні слуху. Наведені приклади втілення діяльнісного підходу, STEM-проектів та застосування засобів інформаційних технологій. Розглянуто освітній потенціал неформальних середовищ, таких як музеї та креативні платформи.

Посібник призначений для викладачів середніх шкіл та закладів вищої і спеціальної освіти, а також працівників закладів для дітей молодшого віку. Може бути корисним під час проведення курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Рецензенти:

Лещук Г.В. – доцент, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри соціальної роботи, спеціальної освіти і менеджменту соціокультурної діяльності Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка

Триус Ю.В. – професор, доктор педагогічних наук, завідувач кафедри комп'ютерних наук та системного аналізу Черкаського державного технологічного університету

Це видання здійснено за підтримки Відділу преси, освіти та культури Посольства США в Україні в рамках проекту «**Інклюзивна освіта: сприяння поширенню найкращих світових практик**», спрямованого на впровадження інноваційних освітніх інструментів та методів навчання студентів та учнів з вадами слуху. Точка зору, відображена у даному виданні, може не збігатися з офіційною позицією уряду США.

ISBN 978-617-7746-84-1

© Березовська І.Б., Мінакова К.О., 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА <i>І. Березовська, К. Мінакова</i>	6
I. ДІЯЛЬНИСНИЙ ПІДХІД І STEM ОСВІТА	9
Від редактора <i>К. Мінакова</i>	10
Експерименти з механіки	
<i>Д. Мандікова, З. Дрозд (переклад – І. Березовська, К. Мінакова)</i>	12
1. Вступ	12
2. Перший закон Ньютона	12
3. Другий закон Ньютона	16
4. Зміна моменту і імпульсу сили	21
5. Третій закон Ньютона	24
6. Ліжко факіра	28
7. Невагомість	28
Цікава фізика: навчання в стилі STEM	
<i>К. Мінакова, Ю. Веретеннікова</i>	33
1. Архімедови мости	33
2. Неньютонівська рідина	36
3. Фізика приготування кави	40
4. Як сховатися від магнітного поля?	43
5. Чи можна побачити звук?	45
STEM-проект «Вимірювання нітратів у продуктах харчування»	
<i>Т. Тихомирова</i>	48
Реалізація системно-діяльнісного підходу при опануванні хімії	
<i>Є. Дегтяренко</i>	52
1. Таблиця хімічних елементів, що надихає на творчість	52
2. Інтерактивний магнітний комплект «Від атома до реакції»	54
3. Мейкерський проект «Скарбничка речовин»	55
4. Досліджуємо різні типи реакцій вдома	58
5. Дослідження як стратегія уроку	61
II. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	64
Від редактора <i>І. Березовська</i>	65
Система WolframAlpha	
<i>Д. Вакулєнко, А. Семенець, Н. Кравець, Н. Климук, О. Кучвара</i>	66
1. Знаходження відповідей на питання через природно-мовний інтерфейс	67
2. Wolfram Alpha для математичних розрахунків	68

3. Дослідження фармакокінетичної моделі	74
Інтерактивна програма «Телемедицина»	
<i>І. Березовська, М. Головчак, А. Сверстюк</i>	78
1. Структура програми	78
2. Теоретичні відомості	79
3. Схеми телемедичних систем та процедур телеконсультування	79
4. Сучасні телемедичні процедури та медичні прилади, які застосовуються в телемедичних системах	80
5. Принцип телеконсультування	84
6. Побудова телемедичних систем	84
Комп'ютеризоване моделювання в медичній освіті	
<i>І. Березовська, М. Головчак, І. Совтус</i>	89
1. Віртуальний пацієнт	89
2. Симуляційні додатки	90
3. Приклад виконання сценарію за допомогою Body Interact	91
Використання технологій візуалізації в музейній педагогіці	
<i>І. Позинич</i>	96
1. Експозиція «Льодовикова епоха» як приклад формування інтерактивного середовища	96
2. Застосування мобільних пристроїв та 3D додатків	99
3. Висновок	104
ІІІ. STEM ОСВІТА ДЛЯ МОЛОДШИХ УЧНІВ	105
Від редактора Т. Тихомирова	106
Заняття для розвитку дослідницьких навичок	
<i>Д. Балмер (переклад – І. Березовська, Є. Дегтяренко)</i>	107
1. Карта завдань “Наукові спостереження”	107
2. Ознайомлення дітей з камінням і гірськими породами	108
3. Карта завдань присвячена об’єму	111
4. Способи вимірювання предметів	114
5. Карта завдань “Вага і баланс”	118
6. Чому можна плавати і зануритися	121
Екологічні STEM-проекти для дітей з особливими освітніми потребами	
<i>Т. Тихомирова</i>	125
1. Визначення основних понять	125
2. Реалізація компетентнісного підходу при впровадженні екологічної STEM-освіти	126
3. Вимоги до учасників екологічних STEM-проектів	126
4. STEM-проект «Шкатулка з CD дисків»	127

5. STEM-проект «Блокноти»	129
6. STEM-проект «Букети з гудзиків»	130
7. STEM-проект «Ялинкові прикраси в стилі еко»	132
Інженерія для школярів: механічні балансири та електрика на папері	
<i>О. Андреева, О. Андреев</i>	136
1. Вивчаємо механічну рівновагу	136
2. Електрика на папері	146
IV. ОСВІТНІЙ ПРОСТІР МУЗЕЇВ	152
Від редактора І. Березовська	153
Арсенал Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»	
<i>К. Мінакова, С. Радогуз</i>	154
1. Концепція Арсеналу Ідей в НТУ ХПІ	154
2. Проекти Арсеналу Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»	157
3. «Канікули з Політехом»	157
«Льодовикова епоха»: подорож у минуле І. Позинич	161
Інтерактивний простір музею “D.S. Таємна аптека”	
<i>Н. Костко</i>	174
1. Нариси з історії фармації Львова, зокрема аптеки «Під Угорською короною»	174
2. Міждисциплінарний інтерактивний підхід до вивчення фізичних та хімічних явищ	175
3. Висновки та прогнози щодо набутих знань	181
ПІСЛЯМОВА І. Березовська, К. Мінакова	182

ПЕРЕДМОВА

Ця книга презентує навчальні матеріали, ідеї та пропозиції учасників проекту «Інклюзивна освіта: сприяння поширенню найкращих світових практик», спрямованого на впровадження інноваційних освітніх інструментів та методів навчання студентів та учнів з порушенням слуху. Тему самого проекту підказав наш досвід роботи з певною аудиторією.

Впровадження нових ефективних інструментів і стратегій в освіту осіб з порушенням слуху є життєво важливим питанням для України, де чисельність цієї категорії населення досягає близько 230 тисяч, і лише в «Українському товаристві глухих» зареєстровано більше 44 тис. осіб. Вони можуть здобути середню та професійну освіту у великій мережі спеціалізованих закладів. Серед перших закладів вищої освіти, в яких були створені групи для глухих студентів, є Київський державний коледж легкої промисловості (1958 р.) та Херсонський державний медичний коледж (1978 р.). Впродовж останніх двадцяти років ще понад 10 університетів організували подібні групи, однак ці студенти не мали навчальних або позааудиторних заходів разом з однокурсниками.

Закон про інклюзивну освіту в Україні почав діяти 13 жовтня 2018 року, і це значно розширило доступ до вищої освіти для випускників середніх та професійних шкіл з обмеженим слухом. Все частіше вони обирають вступати до університетів і вищих професійних училищ індивідуально або невеликими групами на загальних засадах. Наприклад, на кінець 2016 р. понад 700 студентів з порушенням слуху навчалися у 72 закладах вищої та 41 закладі професійної освіти [1]. Однак комунікаційний бар'єр між ними, їхніми однокурсниками і викладачами зберігається. Особливо це відчувається при неформальному спілкуванні, внаслідок чого вони не беруть участі в позааудиторних заходах і подіях. Це додаткова проблема, з якою студенти з порушенням слуху стикаються в аудиторії або за її межами, але вони її подолають, якщо їм будуть надані допоміжні засоби для полегшення ефективного спілкування.

Не існує універсальної стратегії навчання школярів та студентів з порушенням слуху. Перекладач жестової мови залишається неодмінним учасником такого навчального процесу. Слід врахувати, що ці люди

[1] Адамюк Н. До питання доступу до вищої освіти жестомовними, глухими особами України. Освіта осіб з особливими потребами: виклики сьогодення: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції 21 червня 2018 року. – К.: «Наша друкарня». 2018 – с. 6 – 11.

переважно сприймають оточення візуально. Ось чому навчання і спілкування у такій аудиторії можна значно поліпшити за рахунок створення візуально насиченого навчального середовища з використанням інструментів інформаційних технологій і діяльнісного (hands-on) підходу до навчання.

Успішній реалізації проекту і написанню цієї книги у величезній мірі сприяла співпраця з Hands-on Science Network (www.hsci.info) та європейською спільнотою освітян. Майже всі учасники проекту є членами цієї організації. Щорічні конференції стали місцем, де ми можемо розвивати наші ідеї і обмінюватися досвідом, створювати і підтримувати контакти, планувати спільні заходи. Як впливає з її назви, саме діяльнісний підхід, а також STEM, складає основу наукових інтересів і практичної роботи Hands-on Science Network. Не випадково саме цим навчальним стратегіям присвячений перший розділ книги. Викладання та навчання в стилі STEM зазвичай включає освітні заходи на всіх рівнях та впровадження технік мультидисциплінарності. Саме цей підхід дає змогу виявити ще на етапах проектів для молодших учасників їхні спрямування та зацікавленості, і допомогти їм розвиватися в цьому напрямку, щоб в майбутньому стати професіоналами в обраній STEM галузі.

Другий розділ показує потенціал інформаційних технологій, що надають нові можливості студентам і школярам з порушенням слуху. Наочність є невід'ємною рисою цих програмних інструментів. Автори наводять приклади роботи з системами моделювання біологічних явищ, симуляції медичних процедур, візуалізації рішення математичних задач та використання мобільних додатків.

Як часто буває в процесі реалізації великих проектів, наш початковий план поповнився додатковими темами, які перетворилися в його органічну і важливу частину. Наша британська колега Деніз Балмер демонструє в своїх роботах, що дослідницькі навички треба починати розвивати в дуже ранньому віці. У третьому розділі пропонується кілька цікавих рекомендацій, як це зробити: найбільшу увагу приділено проектам та знанням, які направлені на розвиток дослідницьких навичок, інженерного мислення та навичок спостереження, а також апсайклінг-проектів.

У четвертому розділі підкреслюється важливість неформального знайомства з природознавством і технікою в музеях та інших просвітницьких закладах. Таке позанавчальне середовище надає учням унікальні можливості для вивчення природничих наук і техніки, а вчителям – безліч ресурсів для викладання предметів природознавчого та технічного

напрямку. Партнерські відносини між школами, вишами та громадськими ресурсами можуть також підвищити мотивацію учнів і вчителів до вивчення і викладання фундаментальних наук, і водночас створити можливості для охоплення учнів з порушеннями слуху за рахунок використання актуальних, реалістичних музейних матеріалів та експозицій.

Для посібника були відібрані приклади організації занять з найбільшою наочністю, що вимагає мінімум усних пояснень. Навчальний посібник призначений для широкого кола читачів. Автори сподіваються, що він виявиться корисним для багатьох категорій: школярям, вчителям, методистам, викладачам, студентам і аспірантам та науковцям-початківцям. Кожен знайде щось необхідне для себе при проведенні занять, підготовки методичних матеріалів чи матеріалів дослідження.

І. Березовська, К. Мінакова

I. ДІЯЛЬНІСНИЙ ПІДХІД і STEM ОСВІТА

Від редактора

STEM – це поєднання наук: фізики, хімії, математики та інших природничо-математичних дисциплін, позааудиторні та навчальні програми, зосереджені на освіті з розвитком наукової складової (Science), технологій (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics). Аббревіатура STEM була введена в 2001 році науковими керівниками Національного наукового фонду США (NSF). Раніше організація використовувала термін SMET, маючи на увазі сфери кар'єри в цих дисциплінах або навчальну програму, яка включала знання та навички з цих галузей. У 2011 році американський біолог Джудіт Рамалі, на той час помічник директора з питань освіти та людських ресурсів NSF, представила інтеграційний підхід STEM. З тих пір навчальна програма, орієнтована на STEM, була розширена в багатьох країнах за межами США, програми почали впроваджувати в усьому світі, в тому числі й в Україні.

Майже неможливо врахувати кожену дисципліну у галузі STEM, бо вона включає і аерокосмічну інженерію, і астрофізику, астрономію, біохімію, біомеханіку, хімічну інженерію, хімію, цивільне будівництво, інформатику, математичну біологію, нанотехнології, нейробіологію, фізику загальну і спеціальну (ядерну, наприклад), робототехніку, і ще безліч інших. З цієї різноманітності дисциплін очевидно, що сфери STEM впливають практично на всі компоненти нашого повсякденного життя.

Викладання та навчання в стилі STEM зазвичай включає освітні заходи на всіх рівнях - від дошкільного до аспірантури - як в офіційних (наприклад, аудиторіях), так і в неформальних (наприклад, позашкільних програмах) умовах.

Найбільш активними та вражаючими учасниками заходів завжди є діти, а їх невгамовна жага до цікавого у ранньому віці може викликати тривале бажання продовжувати кар'єру в будь-якій зі STEM галузей. На час обрання і навчання у вищому навчальному закладу, учень повинен мати достатньо знань, щоб опанувати обрану спеціальність та в майбутньому зробити вагомий внесок у розвиток нашої країни. Важливо також, щоб у школах було достатньо викладачів, які є фахівцями в галузі STEM, а природничо-математичні предмети розглядалися як напрям з високим попитом. Викладачі, які використовують альтернативний шлях отримання нових навичок та постійно удосконалюють свою кваліфікацію, мають перевагу, бо їх заняття неймовірно захоплюють. Вони можуть невпинно підтримувати інтерес учнів у вивченні хімії та біології, фізики, обчислень

чи техніки або будь-якого іншого STEM- предмету в майбутньому.

Принципами STEM-освіти є застосування знань та практик з багатьох вказаних вище дисциплін для вивчення або вирішення проблем у реальному світі. Грамотність та навички STEM необхідні для вирішення питань безперервного розвитку, бо освіта – це щоденний величезний внесок у розвиток особистості, а отже і стану усього майбутнього суспільства.

Місцеві та глобальні виклики сьогодні неможливо вирішити однією дисципліною. Однак, шкільна освіта із всебічним знанням дисциплін STEM стає базою для молодшого покоління з міждисциплінарним досвідом. Воно, спираючись на цей досвід, технології й навички, має хист до вирішення складних реальних проблем та знаходження комплексних рішень.

Важливим кроком назустріч соціальним потребам є заснування інклюзивних середніх STEM-шкіл, що з'являються по всій країні як механізм вдосконалення інноваційної освіти та залучення більшої кількості різноманітних студентів до спеціальностей та кар'єри у STEM. Однак немає єдиної думки щодо того, якими ці школи є або мають бути, що ускладнює як оцінку їх ефективності, так і масштабування успішних моделей. Переважно є відокремлені школи для дітей, які потребують особливих методик навчання та підходів. Але на думку авторів посібника, які спираються на власний досвід, впровадження STEM-складової до навчального процесу здатне подолати бар'єри в класі та створити «здорове» інклюзивне середовище.

Цей розділ присвячений впровадженню STEM та Hands-on досліджень з фізики та хімії викладачів, які займаються цим багато років та мають великий багаж знань та досвід у якості демонстраторів й популяризаторів у аудиторному просторі і поза його межами. Кожен з авторів цього розділу проводив наочні заняття для дітей з порушеннями слуху, як у відокремлених, так і в інклюзивних класах, та успішно викладають і використовують цей методичний матеріал у власному процесі навчання.

К. Мінакова

ЕКСПЕРИМЕНТИ З МЕХАНІКИ

*Дана Мандікова, Зденек Дрозд
Карлов університет, факультет математики і фізики,
кафедра викладання фізики
V Holešovičkách 2, CZ-180 00 Prague, Czech Republic
dana.mandikova@mff.cuni.cz, zdenek.drozd@mff.cuni.cz*

1. Вступ

Фізика, що стосується сил та їх дії, є однією з основ механіки. Здавалося б, все дуже просто – достатньо знати закони руху Ньютона, які містять всю необхідну інформацію. На жаль, це не так просто. Наш повсякденний досвід, здається, говорить нам щось інше, ніж згадані закони руху, і стосовно цих розділів фізики нерідко виникає помилкове розуміння. Воно може глибоко вкорінюватися в умах студентів і впливати на їх фізичне мислення навіть після того, як відповідні поняття були належним чином пояснені їм на уроках фізики. Правильно зрозуміти закони Ньютона (і не тільки їх) набагато складніше, ніж може здатися на перший погляд. Інша частина механіки, пов'язана з багатьма помилками, – стан невагомості. Корисно мати набір відповідних експериментів, якими ми могли б доповнити навчання. Кілька таких експериментів описані і обговорюються в цій статті.

2. Перший закон Ньютона

2.1. Висмикування скатертини і килима

Приладдя: скатертина, квітка у важкому горщику.

Порядок виконання: розстеліть на столі скатертину і покладіть на неї квітку. Різким рухом витягніть скатертину з-під горщика з квіткою (рис. 1).

Пояснення: горщик має бути досить важким і мати низький центр важкості, щоб він не перекидався. При різкому посмикуванні скатертина докладає силу до горщика на дуже короткий час, якого недостатньо, щоб привести його в рух.

Педагогічні та технічні примітки. Цей експеримент часто є частиною багатьох чарівних шоу. Перший варіант з квіткою не надто дивний. Експеримент можна продемонструвати і в іншому, більш цікавому варіанті. Замість скатертини ми використовуємо килим і ставимо на нього бобслей, на якому сидить один демонстратор (рис. 2). Інший викидає килим з-під бобслею. Експеримент потребує тренування і вимагає деякої практики. Другий демонстратор повинен сидіти спиною до першого. В іншому випадку він може впасти назад і вдаритися головою.



Рис. 1. Висмикування скатертини



Рис. 2. Висмикування килима

2.2. Кетчуп

Приладдя: прозорий пластиковий циліндр, серветка.

Порядок виконання: змініть серветку і вставте її в циліндр. Тримайте циліндр вертикально. Вдарте долонею по верхньому отвору циліндра і повторіть це кілька разів (рис. 3). Всупереч очікуванню, серветка в циліндрі піднімається до верхнього отвору. Потім кілька разів вдарте долонею по нижньому отвору циліндра. Серветка починає рухатися вниз.

Пояснення: при різкому ударі по циліндру зверху він зрушить вниз, але серветка залишиться на місці. Сила тертя спокою між циліндром і серветкою недостатньо велика, щоб змусити її рухатися. З іншого боку, при ударі знизу циліндр рухається вгору, а серветка залишається на місці.

Педагогічні та технічні примітки. Ви можете доповнити експеримент, поставивши запитання, як дістати кетчуп зі скляної пляшки, якщо він не випливає.



Рис. 3. Кетчуп



Рис. 4. Водяний молоток

2.3. Гідравлічний удар (водяний молоток)

Приладдя: скляна пляшка, гумовий молоток, відро, вода, рукавичка.

Порядок виконання: наповніть пляшку водою приблизно на дві третини. Візьміть рукавичку і однією рукою тримайте пляшку за шийку над відром. Іншою рукою сильно вдарте гумовим молотком по шийці пляшки зверху (рис. 4). Дно пляшки відділяється, і вода стікає у відро.

Пояснення: при сильному ударі пляшка швидко опуститься в руці. Щоб вода прореагувала, потрібен час. Між дном пляшки і водою створюється майже вакуум. Завдяки тиску навколишнього повітря вода дуже сильно вдаряє дно і виштовхує його назовні.

2.4. Спеціальний маятник

Приладдя: маятник – він складається з жорсткого стрижня, який закінчується гнучкою U-подібною зігнутої смугою, кінці якої можна пов'язувати між собою за допомогою шматочка нитки (див. рис. 5); гири; підставка; нитка; сірники.

Порядок виконання: прикріпіть підставку до столу, щоб вона не рухалася, і повісьте на неї маятник. Ми проведемо експеримент в три етапи (рис. 6). На першому етапі зв'язуємо кінці плечей маятника шматочком нитки. Потім ми запитуємо, чи буде розгойдуватися маятник після перегорання нитки. Ми можемо влаштувати голосування з цього питання.

На другому етапі ми міцно прикріплюємо гирю до плеча маятника. Знову зв'язуємо кінці маятника один з одним і повторюємо процедуру.

На третьому етапі ми тільки кладемо гирю на плече маятника, не закріплюємо його і робимо те ж, що і на попередніх етапах.

Пояснення: на першому етапі маятник не буде гойдатися. Немає ніякої зовнішньої сили, яка могла б діяти на маятник і приводити його в рух. Кінці маятника, пов'язані один з одним ниткою, діють один на одного, але це внутрішня сила, яка не може привести маятник в рух. Це так, як якщо б ми хапалися за вуха і хотіли підняти себе.

На другому етапі маятник теж не розгойдується. Вантаж міцно прикріплений до маятнику і утворює з ним одне тіло. Тому ситуація та ж, що і на першому етапі.

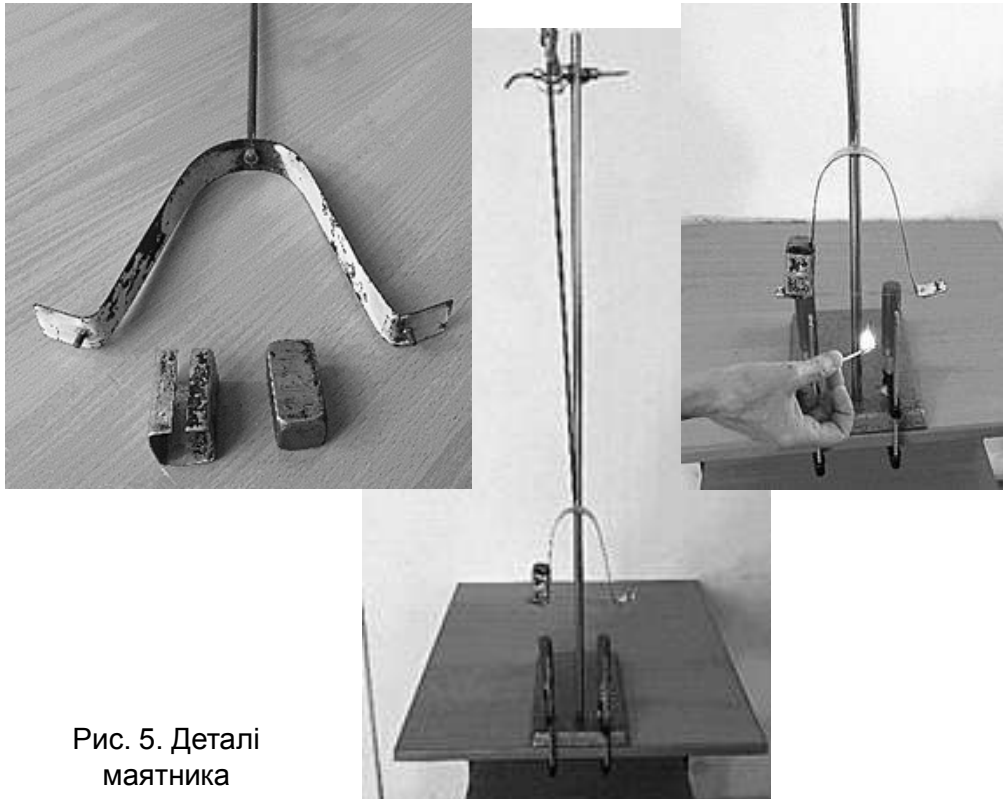


Рис. 5. Деталі маятника

Інша ситуація на третьому етапі. Після перепалювання нитки плече маятника штовхає падаючий вниз вантаж, і в той же час вантаж штовхає маятник, який починає розгойдуватися.



Рис. 6. Схема експерименту

Педагогічні та технічні примітки. Краще перепалити нитку, ніж обрізати її, тому що при цьому ви не можете штовхнути маятник.

На третьому етапі слід заздалегідь вказати, що розгойдування означає дійсно суттєвий рух, а не зміщення маятника в положення рівноваги після падіння вантажу.

Якщо ви дозволите студентам голосувати щодо результату експерименту на кожному етапі, в кінці вкажіть, що природа підпорядковується своїм власним законам, а не результатами нашого голосування.

3. Другий закон Ньютона

Другий закон Ньютона ми можемо виразити формулою $F = ma$, де F – результуюча зовнішня сила, a – прискорення, а m – маса. Наступні експерименти покажуть фізичний зміст терміна маса (зокрема, інертна маса). Маса показує «небажання тіла змінювати швидкість» (або змінювати стан свого руху).

3.1. Нарізання огірка

Приладдя: огірок, ніж.

Порядок виконання: підкинути огірок вгору в повітря і ножем нарізати на шматочки (рис. 7).

Пояснення: вага огірка велика, що не дозволяє ухилитися від удару ножем, і його легко нарізати.



Рис. 7. Нарізання огірка

3.2. Кілька способів, як зламати дерев'яний брус

У наступних експериментах ми будемо ламати дерев'яні бруски. Підходять дерев'яні бруски (ялина або сосна) перерізом 5 мм x 20 мм, 5 мм x 25 мм або аналогічні. Такі бруски можна купити на різних ринках. Їх довжина становить близько 2 м, і для наших експериментів ми розрізали їх на три частини – підходяща довжина від 60 см до 70 см. Для ломки брусків підходить великий ніж, наприклад, мачете.

3.2.1. Руйнування бруска, що летить

Приладдя: дерев'яний брус, великий ніж, два шматочки пластиліну.

Порядок виконання: підкинути брусок і розбити його ножом під час польоту.



Рис. 8. Зламати брусок, що летить, легше, якщо на його кінці навантажений пластилін

Пояснення: маса бруска мала, тому його опір зміні швидкості також невеликий, і брусок буде продовжувати прискорення після удару ножа. Зрештою, прискорення «усувається», і тому ніж має можливість прикласти силу, яка дорівнює «граничній міцності» бруска у випадку дуже різкого удару. Брусок ламається дуже швидко, і у ножа дуже мало часу, щоб надати йому прискорення. В результаті ви ламаєте брусок без значного «відлітання» в напрямку удару (обидві частини бруска падають трохи попереду вас).

Педагогічні та технічні примітки. Цей варіант експерименту вимагає деякої практики.

Удар повинен бути дуже сильним, і ви повинні відпрацювати метод кидання.

Тепер ви можете подумати зі студентами, як полегшити розбивання бруска. Студенти могли здогадатися, що «опір бруска зміні швидкості» зросте, якщо збільшити його масу. Збільшити масу бруска можна, наприклад, прикріпивши на його кінцях два шматочки пластиліну. В результаті вийде гантель, яка буде важити набагато більше, ніж сам брусок. Підкинувши її в

повітря, досить вдарити менш різко, щоб зламати брусок (рис. 8). Навантажений достатньо брусок буде відчувати набагато менше прискорення при ударі ножа. Сила, що прикладається ножем до бруска, збільшується після удару швидше, і після досягнення граничної міцності брусок ламається.

3.2.2. Ламання бруска на пальцях

Приладдя: дерев'яний брусок, великий ніж, асистент.

Порядок виконання: ви будете проводити експеримент з асистентом, який тримає брусок на витягнутих вказівних пальцях витягнутих рук (рис. 9). Зламайте брусок різким ударом ножа. Удар і ломка повинні бути дійсно швидкими. Попрактикуйтесь, наприклад, спочатку, поклавши брусок на спинки двох стільців. Тільки після того, як ви отримаєте необхідну підготовку, приступайте до ламання бруска на пальцях. Результат дивовижний для експериментатора і його асистента – асистент майже нічого не відчуває. Якщо ви не досить рішучі і удар недостатньо різкий, асистент може досить сильно його відчуги.

Пояснення: щоб брусок зламався, на нього повинна діяти сила, яка дорівнює границі його міцності. Якщо удар досить сильний, сила, що



прикладається ножем до бруска, який контактує з ним, дуже швидко збільшиться до значення граничної міцності, і він зламається. Чим сильніше удар, тим швидше зламається брусок. Досить велика сила діє на витягнуті пальці асистента в той час, поки ніж стикається з бруском і ламає його, але дуже короткий час. Отже, вплив цієї сили на пальці «нешкідливий». Якщо ви вдарите брусок з недостатньо силою, вона буде створювати менший вплив на пальці, але протягом більш тривалого часу, і асистент відчує її набагато сильніше, ніж при різкому ударі.

Педагогічні та технічні примітки. Ми хотіли б відзначити, що цей експеримент необхідно проводити з належною обережністю.

3.2.3. Ламання бруска на склянках

Приладдя: дерев'яний брусок, великий ніж, дві склянки.



Рис. 10. Ламання бруска на склянках

Порядок виконання: ви можете продовжити попередній експеримент в іншому варіанті «дії». На цей раз покладіть брусок на два келиха для вина або склянки. Склянки бажано ставити по краях двох столів, між якими є досить великий зазор (щоб ви не вдарили стіл і не пошкодили його при розбиванні бруска) (рис. 10). Експеримент знову буде вдалим, якщо дуже різко вдарити по бруску.

Пояснення: пояснення те ж саме, що і раніше – коли до склянок прикладається велика сила, але протягом дуже короткого часу, її вплив незначний. За цей дуже короткий час склянки не встигнуть перевернутися або розбитися.

3.3. Каструля і обрив ниток

Приладдя: досить важка каструля, підставка, міцна нитка, металевий стрижень, шматок дуже міцної мотузки.

Порядок виконання: прив'яжіть каструлю ниткою за ручку до підставки. Додайте страхувальну мотузку, щоб каструля не впала після обриву верхньої нитки. Також прив'яжіть нитку до нижньої ручки (рис. 11).

Тепер завдання полягає в тому, щоб обірвати спочатку нижню, а потім верхню нитку.

Намотайте нижню нитку на паличку. Тепер різко потягніть її вниз. Обривається нижня нитка. Потім повільно потягніть нижню нитку вниз, верхня нитка теж обірветься.

Пояснення: при швидкому і різкому натягуванні нижньої нитки важка каструля переміщується не дуже помітно, при цьому діюча сила велика, але діє дуже короткий час. Нижня нитка натягується силою нашого ривка, а верхня – тільки вагою каструлі. Так рветься нижня нитка.



Рис. 11. Каструля

Якщо ми повільно потягнемо нижню нитку вниз, виникне ситуація, коли сила, з якою ми тягнемо за нижню нитку, передається на верхню. Це відбувається саме через повільне натягування, коли зусилля, що додається, може бути невеликим, але досить тривалим, щоб перемістити каструлю. На нижню нитку діє тільки сила нашого натягування. На верхню нитку діє вага каструлі і сила, з якою ми натягуємо нижню нитку. Отже, рветься верхня нитка.

3.4. Чарівна банка

Приладдя: циліндрична банка, гумова тасьма, металева гайка.

Підготовка: просвердлите два отвори в дні і два в кришці банки. Протягніть гумову тасьму в просвердлені отвори і прикріпіть до неї металеву гайку (за допомогою міцної мотузки або чогось іншого – див. рис. 12). Замаскуйте зовнішні частини гумової тасьми на кришці і дні банки, щоб її не було видно.

Порядок виконання: перед демонстрацією покрутіть банку в руках (гумова тасьма повинна трохи заплутатися). Штовхніть банку по столу так, щоб вона оберталася в тому ж напрямку, в якому ви раніше крутили її в руках.

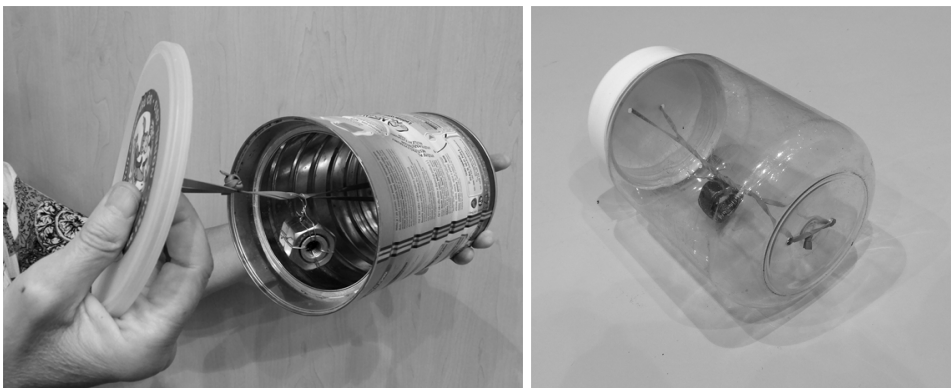


Рис. 12. Чарівна банка – деталі

Бляшанка зупиниться і почне відкочуватися назад. Ви можете позначити початкову точку руху банки – банка зупиниться, потім почне відкочуватися і, що дивно, зайде за початкову мітку. Начебто вічний двигун ... Але проблема не тільки в цьому. Очевидно, що банка порушує закони Ньютона. Вона додає прискорення самій собі. На неї не діє ніяка зовнішня сила.

Пояснення: коротко з'ясуємо першу проблему (чи є у нас вічний двигун). У заплутаній гумовій тасьмі є накопичена енергія. Друга проблема (чи залишаються в силі закони Ньютона) виглядає більш складною. Здається, що є тільки внутрішні сили і моменти. Але це не так. Уявіть собі дуже слизьку поверхню столу. Банка в цьому випадку не може рухатися - вона тільки обертається. Але насправді поверхня столу не така вже слизька – між банкою і столом виникає деяке тертя. Можна сказати, що банка з певною силою штовхає стіл, і в якості реакції стіл штовхає банку в протилежному напрямку. Таким чином, на банку діє зовнішня сила, яка викликає її прискорення.

4. Зміна моменту та імпульсу сили

Важливим слідством 2-го закону Ньютона є також зв'язок між діючою силою і моментом, тобто введення поняття імпульсу сили. Ви можете показати студентам, що це просте наслідок 2-го закону Ньютона. Ми приходимо до співвідношення послідовністю математичних модифікацій записи цього закону:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}.$$

Звідси ми легко можемо отримати відомий зв'язок між імпульсом сили і зміною кількості руху:

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$

Необхідну зміну моменту можна досягнути, наприклад, шляхом докладання великої сили протягом короткого часу або, навпаки, невеликої сили протягом тривалого часу. Щоб продемонструвати цей зв'язок, ми можемо показати такі експерименти.

4.1. Зупинення кульки пневматичного пістолету

Приладдя: тканинний дитячий підгузник, пневматичний пістолет, кулька.

Порядок виконання: ми рекомендуємо все спробувати заздалегідь і знову закликаємо до великої обережності при експериментуванні. Якщо у

вас є досить сміливий помічник і ви довіряєте своїм навичкам стрільби, попросіть помічника потримати підгузник складеним в кілька разів і вистріліть з відстані близько 2 м по нижньому краю підгузника (рис. 13 а, б). Підгузник зупиняє кульку, що летить. Ви знайдете її або всередині складеного підгузника, або вона впаде на землю під підгузником. Ви можете продемонструвати експеримент в безпечнішій, хоча і менш ефектній, формі, прикріпивши підгузник до шнурка, натягнутого між двома стійками. Замість підгузників, ймовірно, можна використовувати інший шматок тканини – але все потрібно заздалегідь ретельно перевірити.

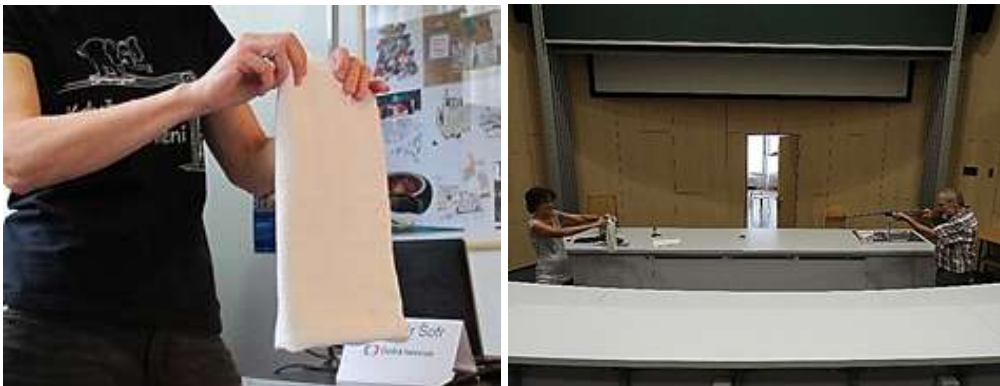


Рис. 13. Зупинення випущеної кульки

Пояснення: вільно висячий підгузник відносно довго прогинається після удару кульки і чинить тиск на кульку, яка летить. Сила не дуже велика, але через те, що вона діє відносно тривалий час, результатом її дії є зміна кількості руху кульки до нуля.

Примітка: в експериментах цього типу величина сили варіюється. Отже, правильно буде говорити про середню величину сили, помноженої на відповідний час.

Педагогічні та технічні примітки. Якщо ви проводите цей експеримент, тримайте підгузник поруч, а не перед собою!

4.2. Лускунчик

Приладдя: важка металева пластина, молоток, горіх.

Порядок виконання: асистент лягає на стіл, і ви кладете йому на живіт важку металеву пластину (ми використовуємо пластину вагою 8 кг). Потім ударте по пластині молотком. Асистент майже не відчуває цього. Експеримент можна урізноманітнити, розколовши горіх на пластині (рис. 14).

Пояснення: при ударі молотка відносно велика сила діє протягом

короткого часу. Через велику масу i , як наслідок, великий опір зміні своєї швидкості, пластина практично не рухається.



Рис. 14. Лускунчик

4.3. Вибивання шайби

Приладдя: 6-8 хокейних шайб, прут для вибивання.



Рис. 15. Вибивання шайби

Порядок виконання:

помістіть шайби одна на одну на столі. Різким помахом прута виштовхніть нижню шайбу так, щоб залишок шайб не рухався і просто опустився на стіл (рис. 15). Таким же чином вибийте інші шайби.

Пояснення: при різкому ударі «виштовхувальна» сила досить велика, щоб подолати силу тертя спокою як між нижньою шайбою і столом, так і з верхньою шайбою. Сила діє дуже недовго, тому не встигає достатньо зрушити верхню шайбу.

Педагогічні та технічні примітки. Будьте обережні, шайби важкі і можуть розбити навколишні предмети. Краще прибрати їх в інше місце.

5. Третій закон Ньютона

5.1. Спиртова ракета

Приладдя: пластикова пляшка, технічний спирт (можна купити в аптеці), кілька скріпок, ізоляційна стрічка, нейлонова жилка, свердло діаметром від 6 до 8 мм, хімічний штатив, який використовується для нагріву скляних ємностей з хімічними речовинами.

Порядок виконання: просвердліть отвір діаметром 6-8 мм в кришці пластикової пляшки (це буде сопло ракети). Кришка м'яка, так що ви можете просвердлити без використання дрилі, просто тримайте свердло в руці. Формуємо з канцелярських скріпок дві напрямні петельки і прикріплюємо їх до пляшки ізоляційною стрічкою. Налийте в пляшку трохи технічного спирту, струсіть пляшку, закрутіть просвердлену кришку і через отвір вилийте спирт з пляшки (всередині має залишитися лише невелика кількість спирту – кілька крапель). Ретельно просушіть кришку зовні. Прив'яжіть нейлонову жилку до зручного тримача, протягніть її на відстань кількох метрів і повісьте на неї пляшку (за допомогою напрямних петель). Піднесіть запалений сірник до отвору в кришці – остерігайтеся при цьому можливого загоряння нейлону (рис. 16).

Ще ми можемо зробити ракету вільного старту. В такому випадку ми будемо прикріплювати до неї не вушка для підвішування на тросі, а три упора, які будуть утримувати ракету на хімічному стенді (стартовому майданчику) перед запуском. Упори можна зробити з канцелярських скріпок. Про всяк випадок заклейте їх ізоляційною стрічкою або надіньте на них захисну трубку, щоб в разі потрапляння ракети в кого-небудь гострий кінець скоби не подряпав його.

При вільному старті ми запускаємо ракету аналогічно попередньому випадку. Злив залишки спирту і просушивши кришку зовні, потримайте трохи під отвором запалений сірник. Краще підкласти під ракету, що запускається, шматочок дерев'яної дошки, щоб не пошкодити стіл полум'ям, яке «виривається» з ракети (рис. 16).

Пояснення: коли ми підносимо сірник ближче до отвору в кришці, запалюється суміш парів спирту і повітря в пляшці. Палаючий газ нагрівається, розширюється і виходить з балона через отвір в кришці. Ракета летить в інший бік, ніж згорілі гази. Через свої стінки ракета (пластикова пляшка) впливає на згорілі гази і виштовхує їх з негерметичної кришки. Коли ракета впливає на

гази (ця сила називається дією), гази також впливають на ракету (реакція). Ця сила настільки ж велика, але має протилежну спрямованість, ніж сила, прикладена ракетою до газів. Таким чином, ракета прискорюється газами згорання, які були викинуті з сопла ракетного двигуна (так ми називаємо просвердлену кришку).



Рис. 16. Спиртова ракета

Педагогічні та технічні примітки. Для польоту ракети потрібна певна температура навколишнього середовища (не менше 20°C). У холодний день або в холодному класі ракета не полетить. Це пов'язано з тим, що випарується недостатня кількість спирту, і горюча суміш не буде мати достатньої концентрації для досить швидкого займання.

Ракеті потрібен час на провітрювання перед наступним запуском. Після попереднього запуску всередині утримуються залишкові гази, які заважають ефективному згорянню нової суміші. Тому необхідно брати до уваги, що ракета не полетить двічі поспіль. Необхідно почекати (досить довго, наприклад 10 хвилин або довше). Другий варіант - видувати з балона пляшки «прогоріли гази». Але є ризик, що ми надуваємо пляшку занадто вологим повітрям, і перезалуч не вдасться.

5.2. Човни Ньютона

Приладдя: два магніти (різної сили), пінополістирольні «човники», ємність для води.

Порядок виконання: помістіть магніти в човники з полістиролу. Опустіть один човен в ємність з водою і тримайте. Обережно помістіть другий човен поруч з першим. Човен починає рухатися під впливом сили і підходить до човна, який ми тримаємо. Поміняйте човни і покажіть те ж саме.

Потім дозвольте човнам зблизитися і зупинитися. Зазвичай вони нікуди більше не переміщуються (рис. 17).



Рис. 17. Човни Ньютона

Пояснення: магнітні сили, створювані човнами, однакові, і тому, в разі з'єднаних човнів, взаємно компенсуються.

Педагогічні та технічні примітки. Остерігайтеся феромагнітних предметів і магнітів поруч з ємністю. Якщо ви використовуєте пластикову ємність, між полістиролом і ємністю можуть діяти також електростатичні сили.

5.3. Палець у воді

Приладдя: ваги, чашка з водою, металева гиря на нитці.



Рис. 18. Палець і гиря у воді

Порядок виконання: поставте чашку з водою на ваги. Питання в тому, чи змінюється показник на вагах, коли ми занурюємо палець у воду і не торкаємося дна. Замість пальця ми можемо занурити у воду металеву гирю, прив'язану до нитки.

Показник на вагах збільшується (рис.18).

Пояснення: вода діє на палець (або вантаж) підйомною силою, палець (або вантаж) прикладає до води туж силу, і показник на вагах збільшується.

5.4. Картонні візки

Приладдя: два картонні візки, один з пропелером і акумулятором, інший – з вітрилом.

Порядок виконання: помістіть візки на рівний стіл. По-перше, покажіть, що візок почне рух при включенні пропелера, і запитайте, чому. Потім візьміть цей візок і помістіть візок з вітрилом перед ним. Він теж почне рухатися.

Після цього з'єднайте обидва візки разом (рис. 19а). Вони не рушать. Вставте складені долоні між пропелером і вітрилом (рис. 19b). Візки почнуть рухатися.

Пояснення: візок з пропелером повинен рухатися, тому що пропелер штовхається в навколишнє повітря, а повітря заштовхується в пропелер з рівною силою. Візок з вітрилом починає рухатися тому, що потік повітря штовхає в парус.

Якщо з'єднати візки, вони утворюють одне тіло. Пропелер штовхається в повітря, а повітря – в парус, але внутрішні сили не зрушують з'єднані візки.

Після того, як ми помістимо долоні на шляху надходить зовні повітря, візки починають рух.

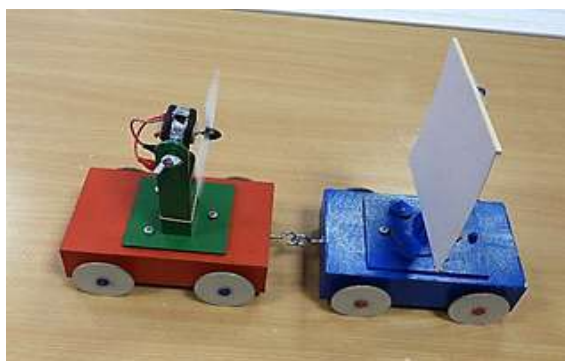


Рис. 19а. Картонні візки

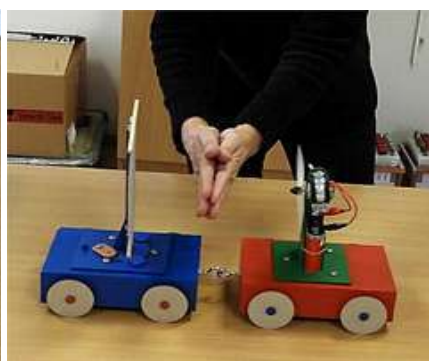


Рис. 19b. Картонні візки

6. Ліжко факіра

Приладдя: ліжко факіра, асистент.

Порядок виконання: помістіть ліжко факіра на рівну поверхню і дозвольте асистентові лягти на нього. Горіх – бажано кокосовий – можна розколоти на животі факіра, щоб посилити ефект (рис. 20). (Будьте обережні, спочатку злийте з нього молоко).

Пояснення: вражаючий експеримент по демонстрації розкладання сили – це ліжко факіра. Ми використовуємо дерев'яну дошку з 950 цвяхами (з гострими кінцями). З помічником масою 60 кг, що лежить на 200 цвяхах, кожен цвях буде діяти з силою в 3 Н.



Рис. 20. Ліжко факіра

7. Невагомість

7.1. Стрибок з тенісним м'ячем – «космонавт» в пляшці

Приладдя: високий стіл, тенісний м'яч, пластикова пляшка, олівець.

Порядок виконання: встаньте на стіл і піднесіть тенісний м'яч до носа. Стрибайте вниз і одночасно відпускайте м'яч. Під час падіння м'яч залишається перед вашим носом.

Повторіть це ще раз і перед стрибком запропонуйте учням уявити, що вони закриті у великому ящику, що стоїть на даху дуже високого будинку. Вони грають з тенісним м'ячем, і в той момент, коли м'яч опиняється перед носом, хтось кидає коробку вниз. Зістрибніть і запитайте: що ви бачили під час стрибка? – Тенісний м'яч, що летить в повітрі перед вами.

Потім запитайте, чи бачили студенти що-небудь подібне. Зазвичай хтось скаже, що це як космічний корабель в невагомості.

Ви можете змодельовати космонавта, якій парить в космічному кораблі, використовуючи прозору пластикову пляшку з олівцем всередині. Якщо перекидати пляшку з руки в руку, олівець плаває всередині.

Пояснення: під час падіння ви, м'яч або пляшка і олівець падає однаково з однаковим прискоренням. Через невелику відстань падіння враховувати опір повітря не потрібно.

Педагогічні та технічні примітки. Існує безліч помилок, пов'язаних зі станом невагомості. Якщо ви запитаете студентів, в чому причина невагомості в космічних кораблях, вони зазвичай неправильно дадуть відповідь, що на космічний корабель не діє гравітаційна сила, тому що він знаходиться дуже далеко від Землі. Тоді корисно намалювати Землю і космічний корабель. Космічні кораблі з космонавтами літають на висоті близько 400 км над землею. Отже, якщо ви візьмете масштаб, де 1 см відповідає 100 км, Земля буде мати діаметр приблизно 1.3 м, а космічний корабель перебувати всього на 4 см над нею. Причина невагомості в космічному кораблі тому, що космічний корабель і космонавти постійно падають.

7.2. Невагома клітка

Приладдя: металева клітка з гирею на пружині (рис. 21).

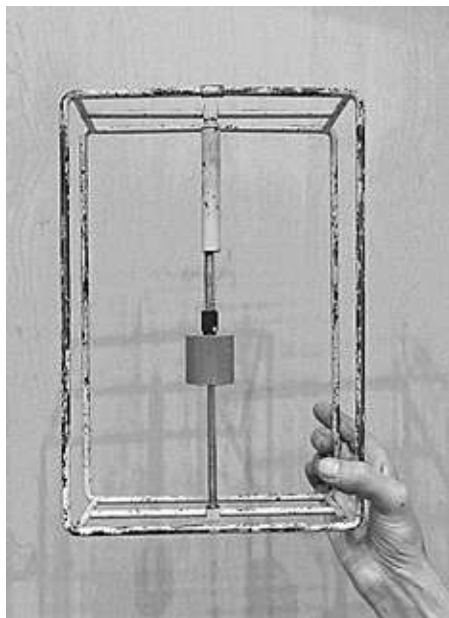


Рис. 21. Невагома клітка

Порядок виконання: утримуйте гирю так, щоб пружина не розтягнулася. Потім підкиньте клітку в повітря або можете кинути її своєму колезі. Під час польоту пружина залишається нерозтягнутою. Після цього можна кидати клітку з розтягнутою пружиною, вона стиснеться і залишиться такою під час польоту.

Пояснення: якщо ви дозволите клітці падати або підкинете її, вона буде перебувати в невагомому стані. Клітка, гиря, пружина падають разом. Гиря перестає тягнути пружину, і пружина скорочується.

Педагогічні та технічні примітки. Студенти часто плутають стан

невагомості зі станом без дії сили тяжіння. В невагомості сила тяжіння все ще діє, але вага зникає – предмети перестають тиснути на підставку і тягнути пружини. Ви можете порекомендувати студентам взяти важку книгу, покласти її на долоню простягнутої руки, забратися на стілець і зістрибнути вниз. Під час падіння вони знаходяться в невагомому стані, і книга перестає тиснути їм на руку.

7.3. Тертя в невагомості

Приладдя: дерев'яна дошка з приклеєним наждачним папером, два дерев'яні бруски з гачками, пружина або гумка.

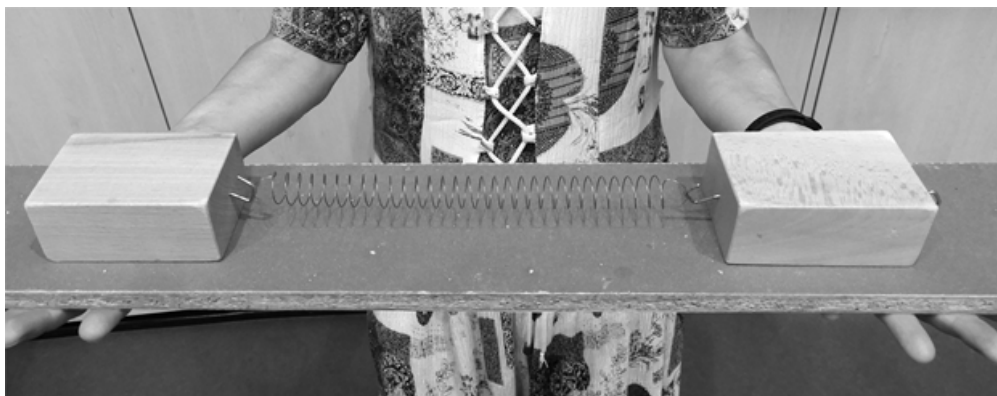


Рис.22. Блоки на дошці з наждачним папером, з'єднані пружиною

Порядок виконання: спочатку покладіть блоки на гладкий стіл, з'єднайте їх пружиною і трохи розсуньте. Після того, як ви їх відпустите, вони зійдуться разом, тому що тертя між блоками і столом невелике. Потім кладемо блоки на дошку з наждачним папером і знову трохи розводимо їх (рис. 22). На цей раз вони залишаться на місці після того, як ви їх відпустіть, тому що тертя більше і врівноважує натягнення пружини.

Візьміть дошку в руки і запитайте, що станеться з блоками, якщо ви відпустите дошку і дозволите їй впасти. У цій ситуації дошка з блоками буде в невагомому стані. Потім відпустіть дошку.

Пояснення: після того, як ви відпустите дошку, блоки перестають вдавлюватися в дошку, і сила тертя між блоками і наждачним папером зникає. Блоки зійдуться разом. Сила тертя прямо пропорційна вазі блоку.

7.4. Тримач склянок

Приладдя: компакт-диск, свердло діаметром 1,5 мм, міцна нитка, склянка, вода.



Рис. 23. Тримач склянок

Порядок виконання: приблизно в 2 мм від краю компакт-диска просвердлите 3 отвори симетрично по його окружності. Протягніть в кожен отвір нитку довжиною близько півметра. Прив'яжіть нитки до компакт-диску так, щоб утримувати всі три нитки за кінці одночасно, і натягніть їх так, щоб компакт-диск знаходився в горизонтальному положенні. Зав'яжіть кінці ниток вузлом (рис.23).

Поставте склянку з водою на компакт-диск. Ми зробили тримач для склянок. Можна розмахувати, описувати кола і т. п. цим тримачем, і склянка не випаде з нього.

Пояснення: тіла в гравітаційному полі Землі падають з однаковим прискоренням (якщо опір повітря дуже малий). Наш стакан на тримачі з компакт-диска в основному рухається «у вільному падінні по кривій», тому стакан, вода в ньому і піднос під ним мають однакове прискорення і не «тікають» один від одного. Також важливо, щоб всі «учасники падіння» стартували з однаковою початковою швидкістю.

Педагогічні та технічні примітки. Для того, щоб експеримент був успішним, необхідно, щоб нитка не рвалася або не вислизала, а тримач не бився об щось.

Також важливо знати, як зупинити тримач, коли нам більше не хочеться продовжувати експериментувати з ним. Все просто – не намагайтеся зупинити тримач, дайте йому погойдатися на нитках, він сам зупиниться, і ви легко знімете стакан з нього.

Жирепагыра

Mandíková D., Drozd Z. Simple Physics Experiments Worth Thinking about. Hands-on Science. Advancing Science. Improving Education. Costa M.F., Dorrió B.V., Novell, F.M. (Eds.); Hands-on Science Network, 2018, p. 26-33.

Mandíková D., Drozd Z. Hard-to-Transport Experiments. Hands-on Science. Science Education. Discovering and understanding the wonders of Nature. Costa M.F., Dorrió B.V. (Eds.), Hands-on Science Network, 2020. p. 29-34.

ЦІКАВА ФІЗИКА: НАВЧАННЯ В СТИЛІ STEM

*Ксенія Мінакова, Юлія Веретеннікова
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

1. Архімедови мости

Одна з головних вершин творчої винахідливості Архімеда (287-212 рр. до н.е.) – правило важеля. З відкриттям цього принципу пов'язують відомий його вислів: «Дайте мені точку опори, і я переверну Землю!» На практиці використання правила важеля дозволяє ефективно виконувати механічну роботу, на його принципі побудовано багато різноманітних пристроїв і машин, але ми звернули увагу на те, як це правило може допомогти побудувати абсолютно несподівані мости.

У популярному виданні В.М. Ланге «Експериментальні фізичні завдання на кмітливість» пропонується вирішити задачу про переправу через струмок дорослого і дитини за допомогою двох однакових дошок. Ключовим моментом є те, що відстань між берегами більше, ніж довжина дошки.

У книзі для завдання наведено якісне рішення, в якому дитина і дорослий будують міст так, що одна з дошок висунута на деяку частину своєї довжини, а друга, висунута практично на всю довжину, накладена на неї зверху, перекриваючи малу відстань від першої дошки. Для того, щоб успішно пройти по мосту, дитина і дорослий по черзі стають на краю дошок і, будучи противагами один для одного, без зусиль долають струмок.

Ми, в свою чергу, пропонуємо побудувати міст, який не падає навіть без противаг (рис. 1).

Максимальна ширина провалу задається довжиною однієї дошки 2 і максимальним висунанням дошки 1, оскільки накладення дощок одна на одну і частину дошки 2, що знаходиться на опорі, будемо вважати малими. Також ми не враховуємо маси самих дощок.

Розглянемо стійке положення такого моста, навантаженого масою m . З умови рівноваги важелів зрозуміло, що моменти сил справа і зліва щодо

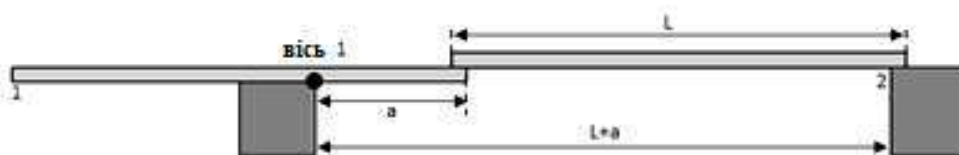


Рис.1. Міст-пастка

осі 1 рівні:

$$mg \frac{(L-a)(L-a)}{L} = \frac{mg}{2} a + mg \left(\frac{a}{L}\right) \frac{a}{2} \quad (1)$$

Звідси знайдемо максимальне висунення a дошки 1:

$$a = \frac{L}{3} \quad (2)$$

Тобто максимальна довжина моста при даній його конфігурації буде дорівнювати $L+a$. Ясно, що по такому мосту неможливо пройти, але його можна використовувати як пастку.

При використанні двох додаткових дощок можна значно збільшити стійкість мосту так, що по ньому без проблем можна буде пройти, а обмеження щодо його навантаження буде тільки у міцності дощок, що використовуються (рис. 2).

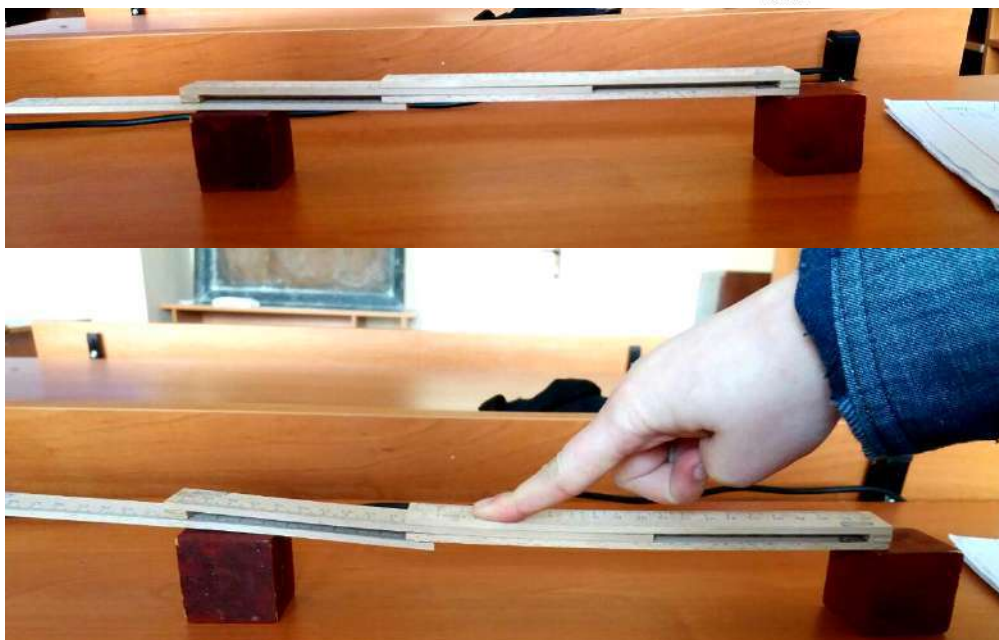
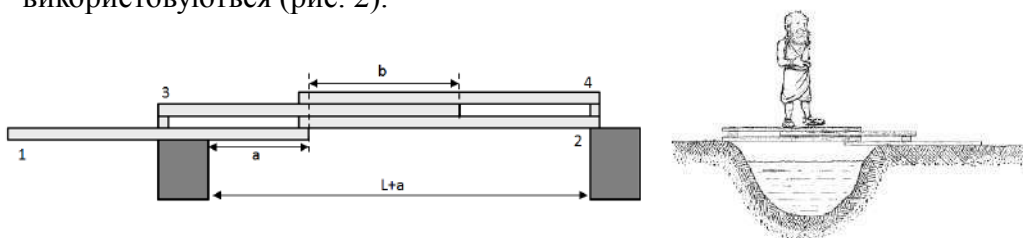


Рис.2. Міцний міст

Також при такій побудові моста ми використовували компенсатори товщини, так як без них міст не був би достатньо міцним, і в такому випадку необхідно враховувати кут нахилу дошок.

Стійкість і міцність моста (рис. 3) в даному випадку залежить ще і від параметра $b(a)$ – висунення дошки 3 над дошкою 1. Залежність b як функція параметру a має вигляд:

$$b(a) = L \frac{a \pm \sqrt{a^2 + 2(L - 3a)(L + a)}}{L + a} \quad (3)$$

Наприклад, для максимального значення a отримуємо, що b дорівнюватиме:

$$b = \frac{3a}{2} = \frac{L}{2} \quad (4)$$



Рис. 3. Стійкий міст в натуральну величину – проект студентів напрямку «Фізика» STEMCampSchool 2018

2. Неньютонівська рідина

В інтернеті все бачили відео з танцюючою рідиною. Це виглядає дуже красиво і ефектно. А що ж це за субстанція?

Всі рідини за характерною для них в'язкістю дуже просто підрозділяються на ньютонівські і неньютонівські.

Ньютонівськими досить логічно називаються рідини, поведінка яких підпорядковується рівнянню Ньютона. Ці рідини мають в'язкість, незалежну від сили (а точніше, від зміни швидкості деформації), яку до них прикладають. В'язкість – це коефіцієнт пропорційності між силою в'язкого тертя, що утворюється в рідині у відповідь на деформацію (або у першу чергу, дотичного напруження), і зміною швидкості цієї деформації.

Таким чином, крива течії ньютонівських рідин, тобто графік залежності дотичного напруження від градієнта швидкості, являє собою пряму лінію, що виходить з початку координат. Нахил цієї прямої пропорційний в'язкості ньютонівської рідини, або, як її ще називають, ньютонівської в'язкості. Її величина залежить тільки від температури і тиску і повністю характеризує поведінку системи. Ньютонівськими є велика кількість рідин, з якими ми звикли мати справу: вода та водні розчини, нафтопродукти, ацетон та інші.

Неньютонівськими, або аномальними, називають рідини, поведінка яких не підкорюється закону Ньютона. Її особливістю є залежність в'язкості від градієнта швидкості її течії. Таких аномальних з точки зору гідравліки, рідин чимало. Вони досить поширені в нафтовій, хімічній, переробній та інших галузях промисловості.

Основи й закономірності поведінки неньютонівських рідин описуються доволі складними формулами і рівняннями. Зазвичай така речовина є сильно неоднорідною і складається з великих молекул, які, в свою чергу, формують складні просторові структури.

Прикладом такої рідини є розчин крохмалю. Він поводить себе по-різному в залежності від швидкості впливу. Так, якщо на нього надавити різко й сильно, розчин проявляє властивості, притаманні твердим тілам, а при повільному впливі його поведінка аналогічна класичній рідині. Припустимо, що вся справа в молекулярній структурі крохмалю, тому що подібними властивостями не володіють інші суспензії. Ці молекули складні, великі, тобто вони більш інертні. Отже, для зміни їхньої швидкості необхідно доволі тривалий вплив. Тому, коли ми діємо швидко, наприклад, завдаючи удар по цій поверхні чи кидаючи на неї м'яч, молекули не встигають зрушити з місця, і ми спостерігаємо пружність, аналогічну твердому тілу, відсутність суттєвої деформації. При збільшенні часу впливу

молекули встигають зміститися: розійтися і поглинути предмет, який занурюють у рідину. У результаті предмет тоне в розчині.

Що ж відбувається у самій речовині? Вочевидь, простір між щільно розташованими частинками крохмалю при низьких швидкостях зсуву шарів один щодо одного встигає заповнитися рідиною (водою), яка діє як мастило, і матеріал здатний легко перетікати. При високих швидкостях зсуву рідина не встигає заповнювати вільний простір, тертя між частинками зростає, і в'язкість збільшується.

Неньютонівська рідина, така як суміш крохмалю з водою, може утворювати об'ємні структури при динамічному впливі. Причому спостерігається невелике запізнення між часом утворення структури, що має властивості твердого тіла, і часом повернення суспензії в рідкий стан. Це явище називається динамічним гістерезисом.

Цікава аналогія моделі неньютонівської рідини – «натовп і людина», яка, на нашу думку, дозволяє краще уявити процеси, що відбуваються у речовині. Якщо людина намагається пройти крізь натовп, і робить це повільно – у неї добре виходить. Люди потрохи зміщуються, звільняючи прохід. Якщо ж вона робить це швидко, з розгону, то у неї нічого не вийде, натовп буде відігравати роль стіни.

Із законів гідродинаміки відомо, якщо до в'язкопластичної рідини прикладати напругу зсуву, меншу за величину порогового значення, то така рідина буде залишатися в спокої. Як тільки напруга зсуву перевищить критичну, вона почне текти як звичайна ньютонівська рідина. Інакше кажучи, заставити рухатися в'язкопластичну рідину можна лише подолавши її максимальне напруження. Така поведінка речовини пояснюється тим, що у стані спокою в ній утворюється жорстка просторова структура, яка чинить опір будь-якій напрузі, меншій за значення порогової. Прикладами в'язкопластичної рідини можна вважати бурові розчини, стічний бруд, олійні фарби, зубну пасту – одним словом, пастоподібні суспензії.

Існують також псевдопластичні рідини, до яких відносять розчини з несиметричними частинками або молекулами високополімерів у своєму складові, наприклад, суспензії або розчини полімерів, подібні до похідних целюлози. При маленьких змінах швидкостей деформації такі молекули й частинки своїми осями орієнтуються вздовж напрямку руху, внаслідок чого зростає напруга всередині. По завершенню орієнтування поведінка рідини стає аналогічною ньютонівській. Іншими словами, якщо тиснути на псевдопластичну рідину плавно, то її в'язкість залишається високою, а якщо різко, то зменшуватиметься.

Перейдемо до найцікавішого! Для експериментального дослідження змішаємо приблизно рівні частини крохмалю й води. До води треба додавати крохмаль і розмішувати, поки не отримаєте рідину, густу як сметана (рис. 4). Обов'язково використовуйте холодну воду, тому що в гарячій суспензія перетворюється на клейстер. Співвідношення частин крохмалю і води може відрізнятись, це залежить від сорту крохмалю.



Рис.4. Неньютонівська рідина:
приготування

Ось і в нас є наша загадкова субстанція. Якщо її налити на долоню, то вона стікає як звичайна рідина, а швидкими рухами можна навіть утворити з неї кульку!

Спробуйте самі: повільно опускаючи в рідину руку або пальці, можна спокійно дістатися дна посудини. А якщо робити це різко, то зустрінеш опір, ніби натрапляєш на тверде тіло. Швидко стискаючи пальці, можна захопити навіть твердий шматочок. Це не фокус !!! Це неньютонівська рідина проявляє свої незвичні властивості.

Ще дивних вражень? Зануривши руку в ємність з неньютонівською рідиною, смикніть різко руку вгору. Ємність підніметься разом з нею! Відчуття таке, що руку зацементували. Правда, воно триває недовго... Як тільки рух руки сповільнюється, зчеплення зникає. Щоб рідина залишалася «твердою», на неї безперервно треба впливати, як при вимішуванні тіста (рис. 5).



Рис.5. Неньютонівська рідина. Воркшоп «Фізика – це просто»

Ще декілька ідей для дослідів з неньютонівською рідиною.

Дослід 1. «Розіб'ється??? Чи не розіб'ється?!». Для проведення експерименту нам знадобиться: 2 пакети, один з яких наповнений водою, а інший – неньютонівською рідиною; 2 яйця.

У кожен з пакетів покладемо яйце, міцно зав'яжемо і скинемо з другого поверху школи. Що ж буде?? Яйце, яке знаходилося в пакеті з водою, розбилася від удару о землю. А яйце, котре було в пакеті з неньютонівською рідиною, залишилося цілим.

Висновок: Завдяки даному досліді ми отримали доказ, що неньютонівська рідина при швидкому впливі поводить себе як тверде тіло, а отже, в момент удару о землю закон Паскаля в ній не працює, і яйце, навіть після польоту з другого поверху, залишається цілим.

Дослід 2. «Той, що біжить по хвилях». Якщо повільно опускати кулю в неньютонівську рідину, то вона потоне. А якщо її опустити швидко, вона буде котитися по поверхні рідини, як по твердій площадці.

Дослід 3. «Рідина, що танцює». Якщо рідину налити на покритий плівкою ввімкнений динамік, то почнуть виникати своєрідні утворення, фігури. Причому для кожної густини суспензії потрібно підібрати свою частоту звуку, щоб виникли ці фігури! Чим вона густіше, тим вище повинна бути частота.

Дослід 4. «Забивання цвяха». Забити цвях в дерев'янку, що плаває на поверхні води, неможливо – вона йде під воду разом зі цвяхом під час удару молотка. Проте неньютонівська рідина прекрасно підходить для виконання цього завдання. Деревина не занурюється вглиб, а залишається на поверхні при ударах.

Дослід 5. «Легка на підйом». Явище динамічного гістерезису (запізнювання) в неньютонівській рідині добре простежується в такому експерименті: повільно опускаємо руку у відро з неньютонівською рідиною, а потім намагаємося швидко її витягти. На жаль, не вдається. Рука піднімає слідом за собою відро. Це можна пояснити тим, що, починаючи з деякого

значення швидкості руху, з'являється тверда фаза. При уповільненні руху відновлюється рідка фаза, і відро відділяється від руки.

3. Фізика приготування кави

Каву ми п'ємо завжди, і хочеться, щоб вона була смачнішою. Зараз ми познайомимо вас із різними способами приготування кави та спробуємо пояснити особливості приготування деяких видів напоїв, використовуючи закони фізики.

За способом приготування кава буває: кип'ячена; отримана у кавоварці з паперовим фільтром; розчинна; із старовинної неаполітанської кавоварки «Napoletana»; «еспресо»; італійська «мокка»; «кава по-турецьки». Ми розглянемо лише ті способи, де є найбільш цікава фізика.

3.1. Італійська «мокка»

Однією з найпоширеніших кавоварок для домашнього приготування кави в Італії та Україні є мокка. Вона складається з трьох частин: нижнього усіченого конуса (нагрівача), куди заливається вода; металевого фільтра, куди засипається кава середнього помелу, і верхнього усіченого конуса, де накопичується готовий напій; воду слід наливати до рівня клапана, фільтр засипають повністю (приблизно 6 г на порцію в 50 мл води).

Процес приготування кави в мокко вельми цікавий. У фільтр засипається кавовий порошок і утрамбується, в нижню частину мокко заливається вода. Кавоварка ставиться на слабкий вогонь. Процес приготування полягає в доведенні до кипіння води в нагрівачі, подальшому її перегоні через кавовий порошок, підйомі напою по трубці і його зливі в верхній конус. Після цього кава готова до розливу по чашках. Все здається простим і зрозумілим.

Але що є «двигуном» описаного процесу? Звичайно, вогонь. Вода, що кипить в замкнутому просторі, де їй відведено більшу частину об'єму, над поверхнею має температуру понад 100°C, а водяна пара, залишаючись насиченою, створює тиск над поверхнею води понад 1 атм, і він зростає. Зовнішній тиск на верхньому рівні фільтра дорівнює атмосферному.

Насичена пара з температурою понад 100°C починає виконувати роль стислої пружини, яка продавляє перегрітий окріп крізь кавовий порошок. З кави витягуються всі ті аромати, масла і ін. компоненти, що перетворюють воду на чудовий напій.

3.2. Старовинна неаполітанська кавоварка «Napoletana»

«Napoletana» складається з двох посудин, поставлених одна на іншу, і фільтра з кавою між ними. Вода в нижньому циліндрі нагрівається до кипіння, потім кавоварка знімається з вогню і перевертається. Відбувається

фільтрація під дією тиску стовпа води порядку декількох сантиметрів, так що різниця тиску Δp не перевищує 0,01 атм. Процес приготування йде повільніше, ніж в мокко. Однак каву вибирають більш грубого помелу, ніж для попереднього способу, інакше напій буде готовий лише через півгодини і виявиться холодним.

Ця кавоварка нагадує мокко, однак замість фільтрації надлишковим тиском пари використовують фільтрацію під впливом сили тяжіння.

3.3. «Еспресо»

Апарат «еспресо» для приготування кави, яку теж називають еспресо, працює швидко. У такій кавоварці вода з температурою 90-94°C продавлюється під тиском 9-16 атм крізь фільтр з кавовим порошком спеціального помелу, ще більш дрібного, ніж для мокко. Весь процес займає 15-25 секунд, в результаті чого виготовляють 1-2 порції кави по 20-35 мл кожна.

Процес протікання рідини крізь фільтр з кавовим порошком описується законом Дарсі, про який буде написано далі, однак різниця тисків, що діє на фільтр, тут в десятки разів більше, а температура нижче 100° С. Відносно короткий час взаємодії води з порошком у поєднанні з високим тиском залишають в порошоків все зайве і беруть із нього все найкраще: кавовий олійний екстракт формує ту густоту напою, яка не може бути досягнута жодним іншим способом, а його аромат зберігається наявністю пінки, яка не дозволяє зникнути летючим компонентам.

3.4. Закон Дарсі

В середині XIX ст. французький інженер Анрі Дарсі сформулював лінійний закон фільтрації. Він пов'язує об'ємну витрату рідини Q крізь піщаний фільтр довжиною L та площею S з різницею рівнів води ΔH над фільтром і біля його основи.

За допомогою цього закону можна дізнатися, до якої температури перегрівається окріп в нижній частині кавоварки. Для цього оцінимо різницю тиску між нижньою і верхньою сторонами фільтру за формулою:

$$\Delta p = W \eta L / k = m \eta L / \rho S t k \quad (5)$$

Характерні розміри фільтра у мокко на 3 порції: $L = 1$ см та $S = 30$ см², маса кави $m = 150$ г набігає за $t = 3$ хв, коефіцієнт проникності $k \sim 10^{-13}$ м², густина води $\rho = 1000$ кг/м³, в'язкість η (100°C) = 10^{-3} Па·с.

Згідно з графіком залежності тиску насиченого пару від температури кипіння:

$$p \approx 10^4 \text{ Па} \quad t^\circ\text{C} = 110^\circ\text{C} \quad (6)$$

3.5. Вибух «мокки»

Є думка, що ці кавоварки виходять з-під контролю і перетворюються на бомби. Причин декілька: може засмітитися або окислитися аварійний клапан в нижній частині мокки; щільно упакований кавовий порошок дуже дрібного помелу призводить до непрохідності самого фільтру. Як результат, під дією тривалого нагріву тиск в нижній посудині зростає неприпустимо високо, вода проб'є собі канал у фільтрі і зірве верхню частину кавоварки з різьби.

Лінійний закон фільтрації Дарсі написаний без урахування капілярних явищ. Так, при середньому радіусі капілярів $r \approx 0,1$ мм частина з них може виявитися закритою для протікання рідини при нормальній різниці тисків на фільтрі ($\Delta p \approx 10^5$ Па).

Оцінимо максимальний (теоретичний) збиток, який може нанести мокка, перетворившись на теплову бомбу. Будемо виходити з найгіршого: забилося все, що могло забитися, і 150 г води розігрівається у замкнутому просторі. При температурі, близькій до критичної (густина пару дорівнює густині води), яка для води дорівнює $T_{кр} = 373^\circ\text{C} = 646$ К, вся вода перетвориться на пару. Знайдемо тиск в нижній частині:

Дано:	Розв'язок
$m = 0,15$ кг	Згідно закону Клапейрона-Менделєєва:
$V = 200$ см ³ $= 2 \cdot 10^{-4}$ м ³	$P_{кр} = mRT_{кр}/MV$
$M = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	$P_{кр} = 0,15 \cdot 8,31 \cdot 646 / 18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \approx$
$R = 8,31$ Дж/моль·К	$\approx 2,24 \cdot 10^8$ Па
$T_{кр} = 646$ К	
$P_{кр} - ?$	$P_{кр} \approx 224$ МПа

Висновок: це тиск порядку наявного на дні Маріанської западини. Та й енергія, що міститься в кавоварці, вражає:

$$E = 5/2 P_{кр} \cdot V \approx 150 \text{ кДж} \quad (7)$$

Тому вибух розігнав би окремі частини апарату мокка до швидкостей порядку сотень метрів на секунду. Але виходячи з наведеної оцінки зрозуміло, що кріплення не витримають набагато раніше.

Щоб поліпшити якість кави, треба ставити кавоварку на слабкий вогонь, аби процес фільтрації проходив повільніше та пара в нижній посудині не дуже перегрівалася.

А уникнути ефекту «бомби» допоможуть правила:

- а) доглядати за клапаном;
- б) вибирати кави середнього помелу;
- в) насипати її у фільтр без гірки і не утрамбовувати.

4. Як сховатися від магнітного поля?

Для початку, спробуйте виконати такий невеличкий дослід: візьміть компас, покладіть його на коробку з-під сірників та розташуйте на тарілці з водою. Що відбувається? Як веде себе магнітна стрілка компаса лише під дією магнітного поля Землі? А тепер піднесіть до неї постійний магніт, що змінилося?

Якщо нам треба виконати виміри, провести досліди без присутності зовнішнього магнітного поля (а воно є завжди (!), бо навколо Землі існує магнітне поле), або ізолювати джерела магнітного впливу всередині, на допомогу прийдуть магнітні екрани.

У поняття екранування ми вкладаємо локалізацію магнітного поля всередині чи зовні замкненого об'єму шляхом замикання силових ліній магнітного поля у товщі матеріалу екрана.

Загалом, розрізняють електростатичний екран, коли переважає електрична компонента поля $|E| \gg |H|$, магнітостатичний – $|H| \gg |E|$, або електромагнітний, коли обидві складові рівноцінні.

Матеріали для екранування у першому випадку, коли є перемінна складова високої частоти, повинні мати високу електричну провідність (алюміній, латунь, мідь, срібло тощо), а для постійних та низькочастотних магнітних полів важливі інші параметри: висока магнітна проникність, низька коерцитивна сила та низька остаточна індукція (щоб екран сам не був постійним магнітом).

Розглянемо найпростіший випадок магнітостатичного захисту, коли магнітні поля не змінюються у часі.

Принцип дії екрану можна назвати «шунтуванням», тобто створенням додаткового шляху в обхід деякої області. Завдяки набагато більшій, аніж у повітрі, магнітній проникності $\mu_{\text{фм}} \gg \mu_{\text{повітря}}$ феромагнітного матеріалу, силові лінії магнітного поля змінюють свій напрям у присутності екрану та «згущуються» у ньому. Відомо, що на межі розділу двох середовищ, переходячи у область з більшою магнітною проникністю силові лінії відхиляються від нормалі до поверхні згідно умови:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

Ну а тепер треба побачити це на власні очі! Для демонстрації явища необхідно встановити магніт (1) (рис.6) вертикально на поверхні. На підставці розмістити магнітну стрілку (компас) (2) таким чином, щоб її площа обертального руху співпадала з верхнім полюсом магніту.

Наближуючи підставку зі стрілкою до магніту, отримати її відхилення на кут 60-80° від початкового положення.



Рис. 6. Обладнання для демонстрації магнітного екранування

Далі, помістити магніт у дерев'яний / пластиковий тримач та занурити у залізний пустий циліндричний екран (3) до повного приховування. Стрілка при цьому повертається у початковий стан. Якщо феромагнітний екран прибрати, магнітна стрілка знову реагує на поле та повертається відповідним полюсом.

А що буде, якщо взяти алюмінієвий екран? Беремо циліндр (4) та переконуємося, що екранування не відбувається, стрілка відхилена, поле магніту діє все одно. Алюміній є парамагнетиком з дуже малою магнітною проникністю ($\mu \sim 10^{-6}$) та не проявляє властивості захищати від постійних магнітних полів.

Демонстрацію можна розширити за рахунок варіювання товщини стінок феромагнітного екрана (наприклад, використати декілька циліндрів більшого діаметру) та простежити за зміною величини залишкового магнітного потоку за межами екрану.

5. Чи можна побачити звук?

Кімати́ка — універсальна мова Всесвіту – наука, що вивчає видимий звук і вібрацію. Зазвичай досліджується вібрація поверхні пластинки, діафрагми або мембрани, при цьому області максимального і мінімального зсувів можуть проявитися в межах тонкого шару частинок, мастики або рідини.

Наука про формотворчі властивості хвиль говорить так: чим вище частота, тим складнішим виглядає малюнок, що формується. Цікаво, що на органічну і неорганічну матерію діють одні і ті ж самі закони гармонійної організації. Світ кольору й звуку, форми керується однаковими законами, і між гармоніками і гармонійними структурами існують тісні взаємозв'язки. Так, енергії Всесвіту можна висловити октавою звукового спектру, октавою світлового спектру, геометричного – ієрархією форм кристалів. Саме різновиди кристалів і їх внутрішню будову вивчає наука кристалографія. Доведено прямий зв'язок між частотами звуку, кольором та геометричною формою, а енергії проявлених форм існують в тісній взаємодії, трансформуючись між собою, і створюючи нові форми.

Ернест Флоренс Фрідріх Хладні – німецький фізик і дослідник метеоритів, засновник експериментальної акустики і музикант. Одне з найвідоміших його досягнень полягає в дослідженні різних способів вібрації на механічній поверхні. Хладні досліджував вплив коливань на зміну форми предмета (раніше ряд подібних експериментів провів у Оксфорді вчений Роберт Гук у 1680 році). Отримані фігури були названі його ім'ям.

Фігури Хладні дають можливість візуального відтворення стоячої хвилі (рис. 7). Ці піщані/порошкові візерунки описують вузлові поверхні власних коливань твердих тіл, будь то пласких пластинок чи мембран. Якщо помістити частинки піску в якій-небудь точці, що не співпадає з вузлом, то при досить сильному поперечному коливанні вона буде рухатися (підстрибувати і пересуватися від початкового положення). Рух частинок піску не є регулярним, проте, виконуючи безліч стрибків, частинка опиняється у вузлі, як єдиному місці, де вона може залишитися в спокої. Водночас, спостерігається накладення двох хвильових процесів з утворенням так званих стоячих хвиль.

Стояча хвиля – це особливого виду інтерференційна картина, яка виникає за умови поширення двох когерентних і однакових за інтенсивністю хвиль назустріч одна одній. Накладення відбувається, коли хвиля відбивається від перешкоди, що перпендикулярна до напрямку її поширення. Згідно із законом відбивання, відбита хвиля буде поширюватися назустріч падаючій і буде майже рівною їй за інтенсивністю



Рис. 7. Фігури Хладні – візуалізація звуку

(якщо перешкода відбиває хвилю без розсіяння). Когерентність біжучої і зворотної хвиль забезпечується тим, що вони за своєю природою є попередньою і наступною копією однієї й тієї ж хвилі.

Стоячі хвилі можна отримати в шнурі (рис. 8). У даному випадку хвиля відбивається від закріпленої точки шнура, біжить по ньому вниз, складається з другою, яка йде назустріч від коливань руки, утворюючи тим самим стоячу хвилю. Нерухоме місце має назву вузол, місце найбільшої амплітуди коливань – пучність, а відстань між сусідніми вузлами (чи двома пучностями) дорівнює половині довжини хвилі. На практиці, чим швидше ми колишемо нижній кінець шнура, тим більше вузлів і пучностей укладається на ньому.



Рис. 8. Стояча хвиля: демонстрація за допомогою коливань закріпленого шнура

STEM-ПРОЕКТ «ВИМІРЮВАННЯ НІТРАТІВ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ»

Тетяна Тихомирова
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Цей STEM-проект розрахований на учнів 7-11 класів та потребує придбання або взяття в оренду спеціального приладу – портативного електронного нітратоміру. Його вартість від 2000 грн.

Під час виконання вимірювань варто розказати школярам про небезпеку нітратів, шляхи їх надходження до овочів та фруктів.

Обов'язково використовуйте різні овочі – ті, що школярі вирощують на пришкольніх ділянках, у власному господарстві, придбані на ринках або у супермаркетах.

Принцип роботи нітрат-тестера полягає в проведенні вимірювання за допомогою електричної провідності вимірюваного зразка продукту харчування, яка, в свою чергу, залежить від змісту нітрат-іонів. Результати аналізу зіставляються зі збереженими в пам'яті Екотестеру базовими значеннями для того чи іншого продукту харчування.

Аналіз необхідно проводити тільки свіжих овочів і фруктів, тому що в несвіжих продуктах змінюється хімічний склад, що впливає на результат

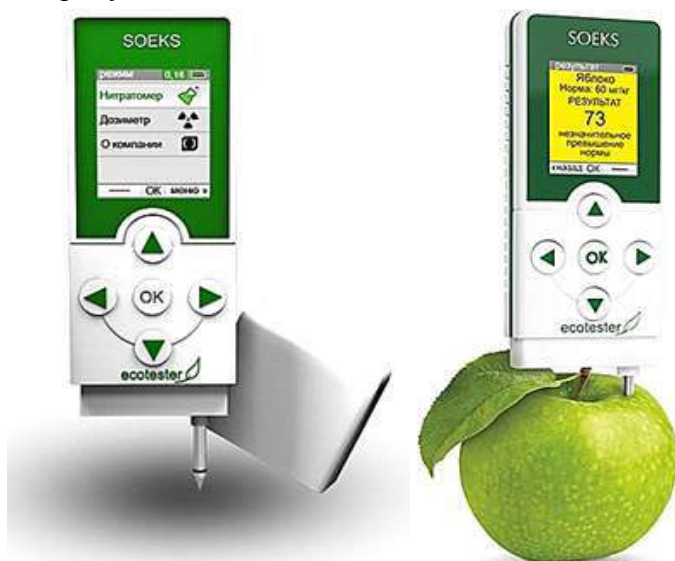


Рис. 1. Зовнішній вигляд екотестеру SOEKS

тестування і на електропровідність середовища тестування.

Після кожного вимірювання необхідно ретельно прополоскати щуп у дистильованій воді та протерти сухим матеріалом.

Для вимірювання нітратів в овочах чи фруктах потрібно вибрати шляхом перебору курсором тестований продукт харчування в меню. Прилад виведе допустиму норму вмісту нітратів на екран. Після цього необхідно зняти захисний ковпачок і ввести зонд пристрою в м'якоть плоду, а потім натиснути кнопку «ОК». Вимірювання займає не більш 3-х секунд. Результат виводиться в числовому (мг/кг), текстовому та графічному вигляді. Наприклад, якщо вміст нітратів перевищує допустиму норму, на екрані приладу з'явиться числове значення і напис: «Небезпечна концентрація нітратів» на червоному тлі.

Інформація на дисплеї прибору виводиться російською мовою (рис. 2).

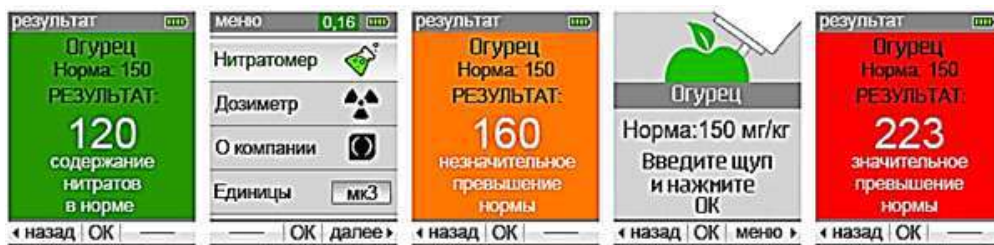


Рис. 2. Приклад виводу інформації на дисплей приладу

Для виконання роботи в цьому проекті необхідно:

- 1) цілі овочі та фрукти, в тому числі сезонні та несезонні;
- 2) ніж та дошка для розділки;
- 3) дистильована вода;
- 4) сухі паперові салфетки;
- 5) скляний прозорий стакан ємністю 50 або 100 мл - 10 штук

Усі овочі та фрукти слід ретельно промити та висушити.

Далі кожен плід вміщують у скляний стакан та обережно, згідно описаній методиці, проводять вимірювання вмісту нітратів. Якщо плід завеликий, то його обережно розрізають на частини так, щоб зонд міг повністю зануритися у плід. Для кожного зразка проводять три паралельні досліди (вимірювання), потім обирають середнє значення.

Якщо в якості зразків присутня зелень – кріп, петрушка, базилік тощо, то її необхідно дрібно нарізати так, щоб отримана маса зайняла не менше 3 см заввишки у скляному стакані, далі вимірювання проводять так само у цій подрібненій масі.

Усі отримані дані заносять у таблицю 1, яка є прикладом звіту з виконання STEM-проекту роботи.



Рис. 3. Результати вимірювання вмісту нітратів під час виконання різних проектів

Таблиця 1. Результати вимірювання вмісту нітратів в овочах та фруктах

Назва продукту	Допустимий вміст нітратів, мг/кг	Вимірюваний вміст нітратів , мг/кг	Висновок про перевищення, так/ні

Після заповнення таблиці 1 школярі повинні зробити висновки про причини перевищення вмісту нітратів в певних зразках, занотувати по можливості місця їх придбання. Особливу увагу слід приділити несезонним овочам чи фруктам – наприклад, огіркам чи суниці взимку, а також екзотичним плодам, які не вирощуються в нашій країні.

На рис. 3 наведені результати деяких вимірювань вмісту нітратів в овочах та фруктах.

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМНО-ДІЯЛЬНІСНОГО ПІДХОДУ ПРИ ОПАНУВАННІ ХІМІЇ

Євгенія Дегтяренко

*КЗ «Красноріченський ліцей» Красноріченської селищної ради
Луганської області*

«Мозок може змінюватися і самоцілюватися впродовж усього життя. Для нейропластичних див не потрібні ні ін'єкції, ні операції – досить сили волі й бажання працювати».

Норман Дойдж

На сучасному етапі провідним напрямком у навчанні є системно-діяльнісний підхід. Це передбачає вивчення об'єктів у вигляді систем як єдиного цілого, що має внутрішню складність та впорядкованість частин.

Для того, щоб мислення учня підпорядковувалось принципам діалектичної логіки, слід навчити його спрямовувати свою пізнавальну діяльність таким чином, щоб він міг розкривати об'єктивну логіку самих досліджуваних об'єктів.

Сучасні діти – цифрове покоління з кліповим мисленням. Щоб зацікавити їх наукою, матеріал повинен подаватись комплексно та викликати у дітей емоційний відгук. Мейкерський підхід у навчанні, робота на уроці чи вдома з інтерактивними матеріалами або створення таких матеріалів власноруч перетворює учнів на повноцінних партнерів вчителя, мотивує до навчання!

Презентовані нижче розробки виявилися ефективними для розвитку мислення учнів, просторової уяви, конструкторських вмінь, креативності. Інтерактивні практики та створення інтерактивного освітнього середовища (рис. 1) для учнів також поліпшують ефективність педагогічної діяльності.

1. Таблиця хімічних елементів, що надихає на творчість

Інтерактивною є традиційна для кабінету хімії таблиця – «Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва» (рис. 2). Вона створена для візуалізації інформації про елементи та містить посилання на більш докладну і цікаву інформацію про елементи в різних електронних джерелах.



Рис. 1. Елементи інтерактивного середовища кабінету хімії

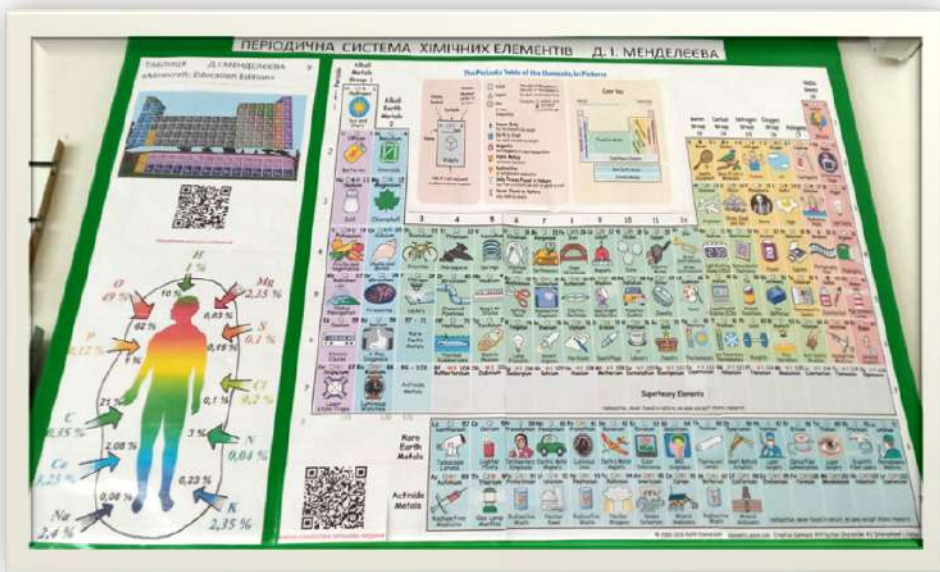


Рис. 2. Інтерактивна таблиця хімічних елементів

Основним компонентом таблиці є розробка «Інтерактивна періодична система елементів, у малюнках та словах» з ресурсу <https://elements.wlonk.com/ElementsTable.htm>, що дозволяє надихати учнів на створення STEM-проектів. Цікава інформація про кожний хімічний елемент може бути надрукована як набір карток та використана під час вивчення як символів хімічних елементів, так і електронної будови атомів.

2. Інтерактивний магнітний комплект «Від атома до реакції»

Цей комплект (рис. 3) створений для візуалізації матеріалу та розв'язання проблеми наочності. З однієї сторони він містить поля для кріплення стрілок, що є схематичним зображенням електронів, та робочого аркушу з описом будови атома, а з іншої сторони комплекту розташовані шаблони для створення (складання з формул речовин) рівнянь реакцій різних типів з набору найбільш вживаних хімічних речовин.

Для створення схем реакцій заготовлено відповідні шаблони, що візуально нагадують учням про їх структуру.

Комплект може бути використаний під час знайомства з елементами в 7 класі для демонстрації відмінностей у будові атомів, для перевірки розуміння учнями електронної будови атома в 8 класі, для повторення цієї інформації на прикладі атома карбону в 9 та 10 класі та дослідження особливостей будови атомів металічних та неметалічних елементів в 11 класі. Крім того, ця розробка дозволяє моделювати реакції як з неорганічної, так із органічної хімії.



Рис. 3. Моделюємо будову атома

3. Мейкерський проєкт «Скарбничка речовин»

Для моделювання реакцій можна використати матеріали з проєкту «Скарбничка речовин» (рис. 4), яка містить створені з намистин моделі молекул, флеш-картки з їх формулами та назвами, що також можна застосувати для визначення речовин з певним типом хімічного зв'язку, їх класифікації та проведення обчислень за хімічними формулами.



Рис. 4. Використання «Скарбнички речовин» для класифікації неорганічних сполук



Рис. 5. Мейкерський підхід до навчального середовища

Для занурення учнів в атмосферу хімії в кабінеті створені блоки «Оксиди», «Кислоти», «Основи», «Солі» для неорганічних речовин та «Вуглеводні», «Алкани», «Алкени», «Алкіни», «Арени», «Спирти», «Альдегіди», «Карбонові кислоти», «Естери», «Вуглеводи», «Амінокислоти», «Білки», «Нуклеїнові кислоти» для органічних, що знайомлять учнів з хімічною будовою речовин. Дані блоки є зразками для моделювання молекул та розуміння просторової будови речовин (рис. 5).

Для розвитку просторового мислення та розуміння механізму накопичення та вивільнення енергії в живих організмах, створена інтерактивна модель «АТФ» (рис. 6), що може бути перетворена на «АДФ» та «АМФ» за допомогою 2-х молекул води.



Рис. 6. Інтерактивна модель АТФ

Зарекомендували себе ефективним матеріалом для розуміння поняття генетичного зв'язку набори дидактичних матеріалів «Сполуки Карбону» (рис. 7), «Сполуки Нітрогену», «Сполуки Сульфуру», «Сполуки Фосфору», що містять в своєму складі моделі молекул та дидактичні картки.

Творчим доповненням до набору «Сполуки Карбону» та «Інтерактивної моделі АТФ» є розробка «Від неорганічних сполук до органічних. Рослини – генератори органічних сполук та акумулятори сонячної енергії», що може бути використана під час вивчення в 7 класі теми «Хімічна реакція», в 9 та 10 класах – при вивченні органічних сполук, а також на уроках біології в

Сполуки Карбону			
Назва речовини	Молекулярна формула	Фото моделі	Структура (вікіпедія)
Карбон(IV) оксид	CO_2		$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 116.3 pm
Карбонатна кислота	H_2CO_3		
Натрій карбонат	Na_2CO_3		
Кальцій карбонат	CaCO_3		
Натрій гідроген карбонат	NaHCO_3		

Рис. 7. Картка «Сполуки Карбону»

9 класі для глибшого розуміння єдності та узгодженості процесів пластичного та енергетичного обмінів (рис. 8).

Проект «Скарбничка речовин» є прикладом мейкерського підходу в процесі пошуку нових форм реалізації STEM-освіти на уроках хімії.



Рис. 8. Інтерактивна модель «Фотосинтез»

4. Досліджуємо різні типи реакцій вдома

4.1. Реакції розкладу

Реакції розкладу – це реакції, під час яких з однієї речовини утворюється декілька нових речовин (рис. 9).



Рис. 9. Схема реакції розкладу

«Жаримо крейду». На суху сковорідку насипте чайну ложку крейди та увімкніть нагрівання. Що ви спостерігаєте? Створіть рівняння реакції з допомогою гри «Збери реакцію» (рис. 10), проведіть обчислення.



Рис. 10. Хімізм реакції розкладу крейди

Яку масу негашеного вапна можна отримати з 1 кг крейди? Який об'єм вуглекислого газу при цьому утвориться?

4.2. Реакції сполучення

Реакції сполучення – це реакції, під час яких із декількох речовин утворюється одна нова речовина (рис. 11).

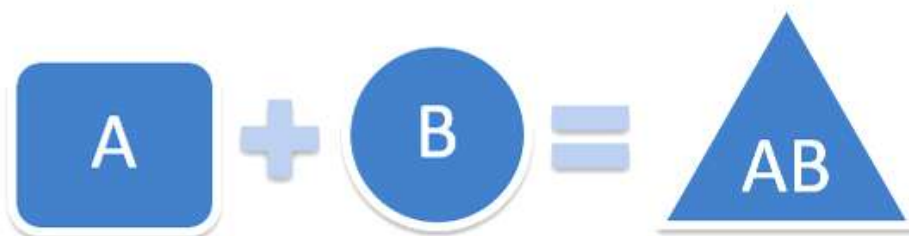


Рис. 11. Схема реакції сполучення

«Жаримо мідну дротину». Роздивіться спіраль з мідної дротини: якого вона кольору?

Внесіть спіраль у полум'я. Що ви спостерігаєте? Який колір набула дротина?

Створіть рівняння реакції з допомогою гри «Збери реакцію» (рис. 12).

4.3. Реакції заміщення

Реакції заміщення – це реакції, під час яких атоми простої речовини заміщують атоми одного із елементів у складній речовині (рис. 13).



Рис. 12. Хімізм реакції окиснення міді у полум'ї

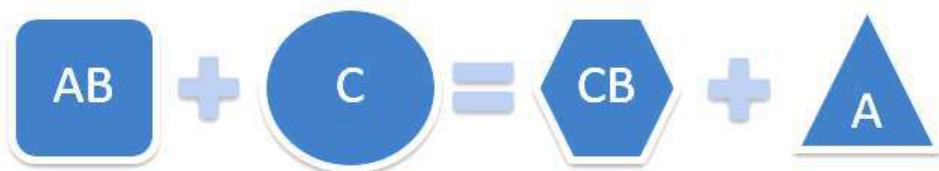


Рис. 13. Схема реакції заміщення

«Зробимо цвях золотим». Приготуйте розчин купрум (II) сульфату з порошку мідного купоросу, розчинивши чайну ложку порошку у 100 мл води. Якого кольору розчин? Опустіть в розчин залізний предмет (скріпку, гвіздок тощо). Слідкуйте за змінами. Якого кольору набув залізний предмет? Які зміни відбулися з розчином?

Створіть рівняння реакції за допомогою гри «Збери реакцію» (рис. 14).



Рис. 14. Хімізм реакції заміщення

4.4. Реакції обміну

Реакції обміну – це реакції, під час яких дві складні речовини обмінюються своїми складовими частинами (рис. 15).

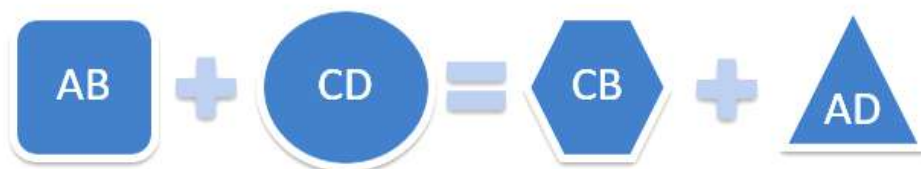


Рис. 15. Схема реакції обміну

«Створимо вулкан власноруч!» Виготовте макет вулкану з картону та фольги. В жерло помістіть пластиковий стаканчик, до якого послідовно додамо: миючий засіб, барвник, насичений розчин соди (або порошок соди), перемішаємо паличкою та додаємо оцет.

Що ви спостерігаєте? Завдяки якій реакції можливе «виверження вулкану»? Створіть рівняння реакції з допомогою гри «Збери реакцію» (рис. 16).



Рис. 16. Хімізм виверження «домашнього» вулкану

5. Дослідження як стратегія уроку

Поєднання ігрової діяльності з виконанням досліджень – це ефективний шлях до розвитку м'яких навичок, а використання під час навчальної діяльності стратегій розвитку критичного мислення учнів дозволяє підтримувати цікавість та пізнавальний інтерес учнів протягом тривалого часу.

Для прикладу можна навести урок з теми «Явища фізичні та хімічні» (рис. 17), до якого доцільно використати гру «Явища», що містить практичні та теоретичні завдання, розташовані на ігровому полі за ускладненням.

Питання 1-6 відповідають рівню «знання» в таксономії Блума, питання 7-12 – рівню «розуміння», питання 13-18 – рівню «застосування», питання 19-24 – рівню «аналіз», питання 25-30 – рівню «синтез», питання 31-36 – рівню «оцінка». Також є «бонусні» питання, що містять практичні завдання для виконання. Для оформлення та презентації результатів дослідження добре зарекомендував себе прийом фішбоун, адаптований до шкільних реалій (рис. 18). Для перевірки результатів роботи використовується фішбоун-ключ, що містить спостереження та висновки, створені вчителем.

Учні з захопленням приймають участь в дослідженнях під час таких уроків, експериментують, разом формують висновки, спростовують чи

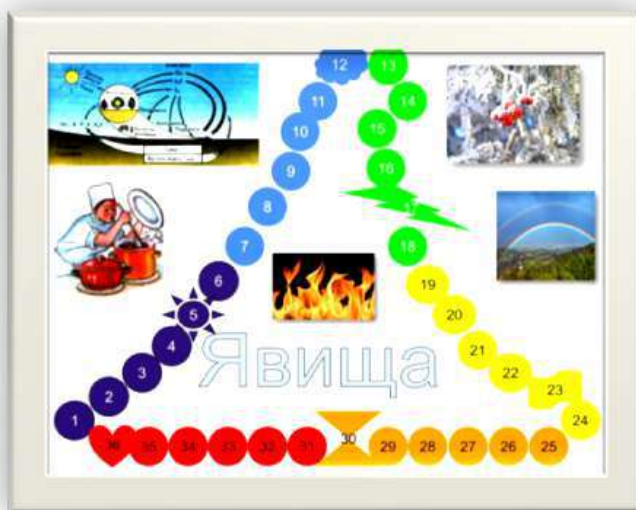


Рис. 17. Ігрове поле до гри «Явища»

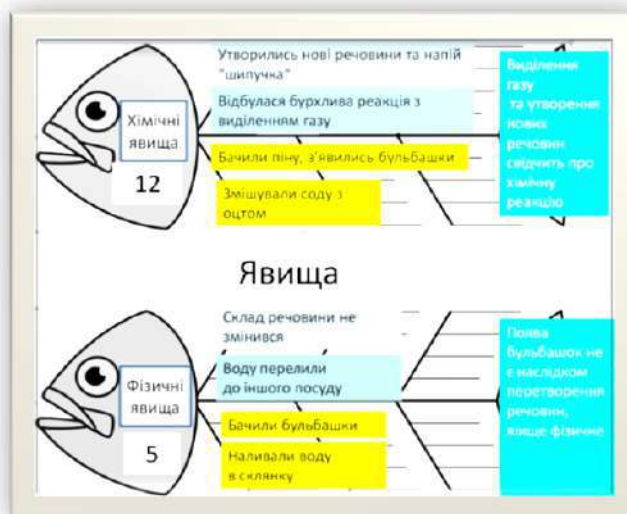


Рис. 18. Фішбоун-ключ для теми «Явища фізичні та хімічні» для завдань 5 та 12

підтверджують гіпотезу (рис. 19), що була запропонована на початку уроку. Таким чином, навчання – це коли ми вловлюємо зворотній зв'язок, що

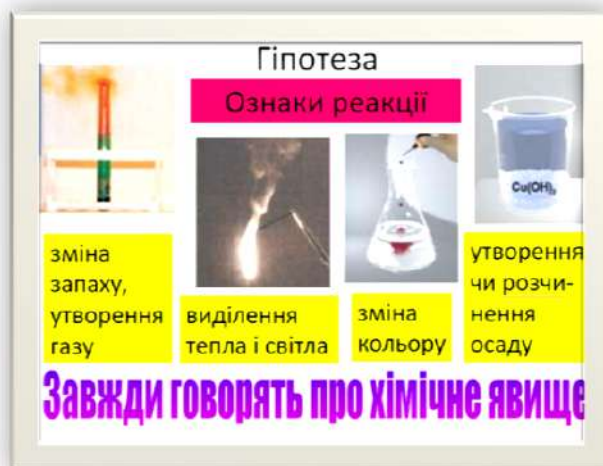


Рис. 19. Гіпотеза до уроку «Явища фізичні та хімічні»

повертається до нас від дій, які ми здійснили, і змінюємо себе за допомогою цього зворотного зв'язку.

II. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Від редактора

Допомога перекладача жестової мови є традиційним методом підтримки навчального процесу при роботі зі студентами та школярами з порушеннями слуху. Паралельно з ним в останній час все більш широко використовуються можливості інформаційних технологій (ІТ). Стає все важче заперечувати або ігнорувати повсюдну присутність технологій і ту важливу роль, яку вони відіграють в сучасному суспільстві. Зокрема, в сфері освіти технології радикально змінили методи викладання – для вчителів та шляхи сприйняття знань – для студентів.

Особи з обмеженим слухом переважно сприймають оточення візуально, тому спілкування з такими студентами та їх навчання можна значно поліпшити шляхом створення візуалізованого навчального середовища з використанням засобів ІТ. Як приклади можна навести численні програми перетворення мови в текст (Speech Texter, Voice Dictation, інші) і додавання субтитрів до відеоматеріалів в автоматичному режимі на платформі YouTube або за допомогою додатків (VideoShow, InShot тощо). Всі сучасні програмні засоби, зокрема, додатки для моделювання і симуляції, мають графічний інтерфейс користувача. При цьому користувач взаємодіє з системою на рівні візуалізованої інформації та інтуїтивно передбачає реакцію системи на свої дії.

Історично склалося так, що комп'ютерні пристрої і програмне забезпечення (ноутбуки, мобільні пристрої, Інтернет тощо) сильно впливали на життя студентів, особливо з обмеженими можливостями. Вони зіграли важливу роль не тільки як інструменти розширення доступу до інформації, а й мали позитивний вплив на освітні, соціальні, емоційні та поведінкові аспекти життя студентів з порушеннями слуху. Таким чином, інструменти інформаційних технологій в поєднанні з традиційними методами організації навчального процесу забезпечують більш повну реалізацію моделі інклюзивної освіти для слабочуючих або нечуючих школярів та студентів.

І. Березовська

СИСТЕМА WOLFRAM ALPHA

*Дмитро Вакуленко, Андрій Семенець, Наталя Кравець,
Наталя Климук, Олександра Кучвара
Тернопільській національний медичний університет
ім. І. Я. Горбачевського*

Робота Wolfram|Alpha заснована на обробці природної мови (поки тільки англійською), великій бібліотеці алгоритмів і NKS (New Kind of Science) – підході до відповідей на запити. Саме тому Wolfram Alpha може перекласти природно-мовні питання у формат, зрозумілий для комп'ютерів, що надає можливість проводити обчислення і пошук через так званих «Кураторів даних» з використанням мільйонів рядків алгоритмів для надання користувачу відповідей.

Для створення запиту, наприклад, з математики, користувачі не повинні використовувати точний синтаксис, як це вимагає обчислювальна система Mathematica. Запити і питання можна задавати у довільній формі, тобто так, як думає людина. По суті Wolfram Alpha і Mathematica працюють різними способами. Wolfram|Alpha приймає вільну форму лінгвістичного введення і надає можливість виконувати швидкі та прості запити. Mathematica вимагає використання її точної формалізованої мови, але дозволяє створювати програми і обчислення довільної складності.

Головною перевагою Wolfram Alpha є те, що Wolfram Alpha повертає наочну та повну відповідь, яка включає в себе досить повну інформацію, що відноситься до запиту.

До не менш важливих переваг сервісу Wolfram Alpha можна віднести безкоштовність; можливість швидкої перевірки відповіді; високу точність відповідей; можливість переглядати кроки алгоритмів розв'язування (в окремих випадках).

Головним недоліком можна вважати відсутність редактора формул, необхідність знати певні команди та вміти ними користуватися для того, щоб виконати потрібну дію.

Обмеженнями щодо використання Wolfram Alpha можна вважати необхідність підключення до Інтернету і відсутність версій Wolfram|Alpha на яких-небудь інших мовах, крім англійської.

Оскільки неправильні відповіді трапляються, то необхідно перевіряти кожен з них. Проблемою є зображення графіків функцій і множин точок з урахуванням областей допустимих значень змінних, проте цю проблему не розв'язано практично в усіх комп'ютерних програмах.

1. Знаходження відповідей на питання через природно-мовний інтерфейс

Пошукова система Wolfram Alpha, відома як інтелектуальна пошукова платформа (computational knowledge engine), вміє також шукати в мережі Інтернет. Але Wolfram Alpha відрізняється тим, що обробляє запити природною мовою і розуміє їх, а в результаті своєї роботи надає точну відповідь на поставлене запитання чи запит. На відміну від Google або інших традиційних пошукових систем, результат в Wolfram Alpha матиме вигляд готової відповіді на запитання, а не сторінки, на якій ще потрібно знайти те, що цікавить користувача. Тому Wolfram Alpha економить час і зусилля та може використовуватися для перевірки фактів досить активно. Потенціал Wolfram Alpha як довідникового інструменту детально показано у статті Надії Баловсяк «Wolfram Alpha та фактчекінг: довідник, з яким дійсно “знайдеться все”» (<https://www.stopfake.org/uk/wolfram-alpha-ta-faktcheking-dovidnyk-z-yakym-dijsno-znajdetsya-vse/>).

Ось кілька можливих сценаріїв використання Wolfram Alpha:

1.1. Отримання докладної інформації про відомих людей і події

Алгоритми Wolfram Alpha вміють зібрати по крихтах і надати в зручному вигляді практично все, що є в мережі. Але необхідно правильно



The image shows a screenshot of the Wolfram Alpha search interface. At the top, the Wolfram Alpha logo is displayed with the tagline 'computational intelligence'. Below the logo is a search bar containing the text 'nobel prize 2020'. Underneath the search bar are several utility buttons: 'Extended Keyboard', 'Upload', 'Examples', and 'Random'. The main content area shows the 'Input interpretation' as 'Nobel Prize 2020'. Below this, the 'Result' section displays a table of Nobel Prize laureates for 2020. A 'Show achievements' button is visible to the right of the table.

recipient	field	country of achievement	country of birth
Emmanuelle Charpentier	chemistry	Germany	France
Jennifer A. Doudna	chemistry	United States	United States
Paul R. Milgrom	economics	United States	United States
Robert B. Wilson	economics	United States	United States
Louise Glück	literature	United States	United States
Harvey J. Alter	medicine	United States	United States

Рис. 1. Список нобелівських лауреатів 2020 року, знайдений у системі Wolfram|Alpha

поставити запит. Наприклад, за допомогою WolframAlpha можна дізнатися, в яких фільмах знімалися відразу два актори або які гаджети чи відеоігри були презентовані певного місяця.

Wolfram Alpha надасть у зручному вигляді список нобелівських лауреатів певного року (рис.1), із зазначенням віку, місця народження, галузі науки. Wolfram Alpha може знайти першу фразу класичного роману або релігійної книги.

1.2. Запити з датами


Запит у вигляді дати в Wolfram Alpha призведе до отримання дуже цікавого результату. Наприклад, якщо запитом є дата, то пошукова система підрахує, скільки днів, тижнів і років минуло з того часу (або за скільки років, тижнів і днів ця дата настане). Для дат з минулого сервіс повідомить про важливі події, що відбулися цього дня – початок війн, відомі стихійні лиха, історичні події або дати народження видатних людей (рис.2).





Якщо задати інтервал дат (в розумних межах), сервіс покаже найважливіші події, що сталися в заданий період. Малоймовірно, що Wolfram Alpha коректно обробить інтервал у десятиліття, а ось півроку-рік – цілком адекватний проміжок, який Wolfram Alpha може опрацювати так, як потрібно користувачеві.

2. Wolfram Alpha для математичних розрахунків

У навчанні математики Wolfram Alpha може бути застосована до таких розділів:

- елементарна математика: основні арифметичні операції, у тому числі можливість роботи з коренями;
- властивості та операції, пов'язані з цілими та комплексними числами, математичні константи;
- побудова графіків функцій однієї та кількох змінних (на площині та в просторі), розв'язування рівнянь та систем рівнянь;
- розв'язування нерівностей та систем нерівностей, перетворення раціональних дробів, робота з поліномами;
- обчислення визначників, робота з матрицями;
- обчислення сум числових послідовностей, границь послідовностей, знаходження похідних та обчислення інтегралів (невизначених та визначених);
- геометрія на площині та в просторі;
- комбінаторика та теорія графів;
- оптимізація функцій;

24 august 1991 

 Extended Keyboard  Upload  Examples  Random

Interpreting "augest" as "august"

Input interpretation:
Saturday, August 24, 1991

Date formats: [More formats/calendars](#)
24.08.1991 (day.month.year)

Time difference from today (Wednesday, December 16, 2020):
29 years 3 months 23 days ago
1529 weeks 4 days ago
10707 days ago
29.31 years ago

Time in 1991: [More](#)
236th day
34th week

Events on August 24, 1991: [Show anniversaries](#)
Gorbachev resigns as head of Soviet Communist Party
1991 Primetime Emmy Awards
end of 1991 Little League World Series

Daylight information for August 24, 1991 in Ternopil, Ukraine: [More](#)

sunrise	6:20 am EEST
sunset	8:18 pm EEST
duration of daylight	13 hours 58 minutes

Рис.2. Wolfram Alpha – майстер роботи з датами

- логіка та теорія множин (булеві функції та діаграми Венна);
- статистика та аналіз даних.

WolframAlpha працює в on-line режимі. На відміну від інших систем, цей ресурс не видає переліку посилань, що ґрунтується на результатах запиту, а обчислює відповідь, ґрунтуючись на власній базі знань, і дає розв'язок, наприклад, диференціального рівняння.

Якщо вибрати опцію Step-by-step solution (є тільки у Wolfram|Alpha Pro), то буде отримано покрокове розв'язування даного диференціального рівняння.

Якщо аналітичний розв'язок відшукати неможливо, то результатом запиту є сім'я інтегральних кривих даного рівняння.

Систему Wolfram|Alpha можна використовувати в навчальному процесі закладів вищої освіти при вивченні таких дисциплін як «Математичний аналіз», «Алгебра», «Аналітична геометрія», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Методи оптимізації та дослідження операцій», «Математична логіка та теорія алгоритмів» тощо.

Однією з важливих переваг даного сервісу є невибагливість до синтаксису у порівнянні з системою Mathematica. Наприклад, система однаково «сприйме» запит «solve x²-4x» та «x²-4x solve». Результатом такого запиту будуть корені рівняння та графік функції (рис.3).

Користувачу необхідні знання з математики, щоб проаналізувати відповіді, оскільки можуть отримуватися некоректні результати. Проілюструємо можливості використання web-сервісу Wolfram Alpha на таких прикладах.

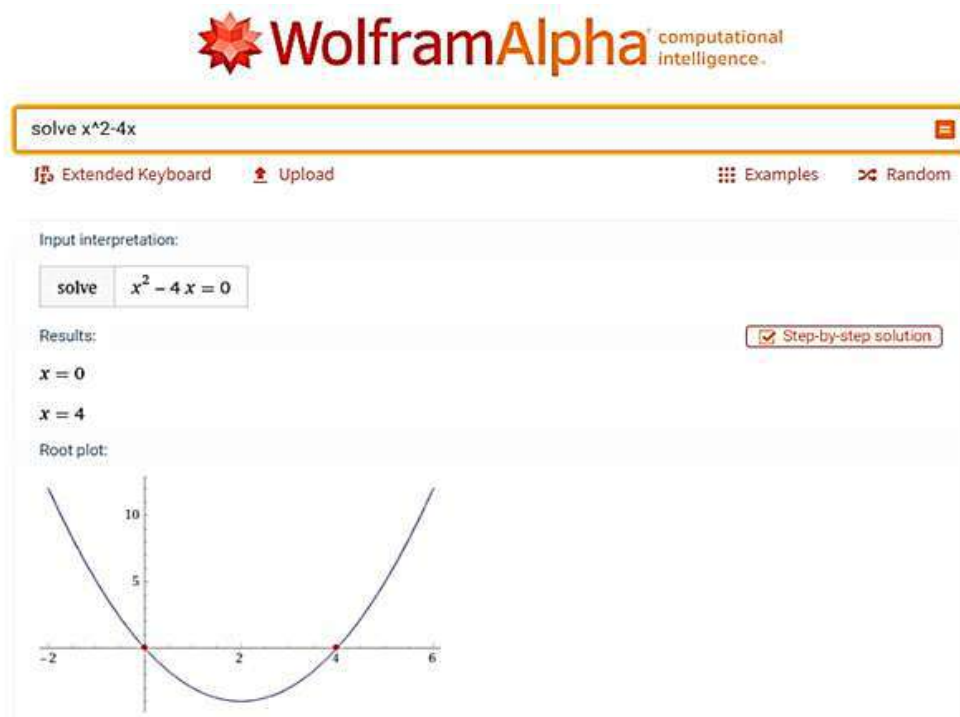


Рис.3. Результат запиту «solve x²-4x»

2.1. Приклад 1

Знайти загальний розв'язок диференціального рівняння $xyy'=1-x^2$.

Розв'язування. Для розв'язування ЗДР достатньо у рядку запитів ввести рівняння. Задавши його у рядку введення запиту, отримаємо звичайну математичну нотацію запису та класифікацію диференціального рівняння (нелінійне диференціальне рівняння першого порядку) (рис.4):

WolframAlpha computational intelligence.

$xyy'=1-x^2$

Extended Keyboard Upload Examples Random

Input:

$x y(x) y'(x) = 1 - x^2$

Separable equation:

$$y'(x) y(x) = \frac{1 - x^2}{x}$$

ODE classification:

first-order nonlinear ordinary differential equation

Alternate forms:

$$x (y(x) y'(x) + x) = 1$$
$$x y(x) y'(x) = -(x - 1)(x + 1)$$

Differential equation solutions: Step-by-step solution

$$y(x) = -\sqrt{c_1 - x^2 + 2 \log(x)}$$
$$y(x) = \sqrt{c_1 - x^2 + 2 \log(x)}$$

$\log(x)$ is the natural logarithm

Slope field: Fewer points More points Slope field

Рис.4. Загальний розв'язок диференціального рівняння $xyy'=1-x^2$

Для отримання чисельного розв'язку задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь у вигляді таблиці значень шуканої функції у запиті solve необхідно вказати додаткові параметри:

solve {диференціальне рівняння, початкові умови} [наближений метод інтегрування] [крок інтегрування] [проміжок інтегрування].

Параметри, задані у квадратних дужках, є необов'язковими. Якщо вони є відсутніми у записі запиту, то значення будуть виставленні за замовчуванням.



solve { $y'=x*y/2$, $y(0)=1$ } euler method $x=0..1$, step=0.1

Extended Keyboard Upload Examples Random

Assuming "." is referring to math | Use "0..1" as referring to math instead

Input interpretation:

solve	$y'(x) = \frac{1}{2} x y(x)$ $y(0) = 1$	using Euler method	with a stepsize of 0.1 from $x = 0$ to 1
-------	--	--------------------	---

Solution plot: Show error plot

Stepwise results: More

step	x	y	local error	global error
0	0	1	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	1	1.24797	0.00446463	0.0360538

Definitions »

Рис. 5. Розв'язок диференціального рівняння методом Ейлера

2.2. Приклад 2

Застосовуючи метод Ейлера, побудувати на проміжку $[0,1]$ таблицю значень інтеграла диференціального рівняння $y' = xy/2$, що задовольняє початкову умову $y(0) = 1$, вибравши крок $h = 0.1$

Розв'язування. У рядок введення задамо запит таким чином (рис. 5).

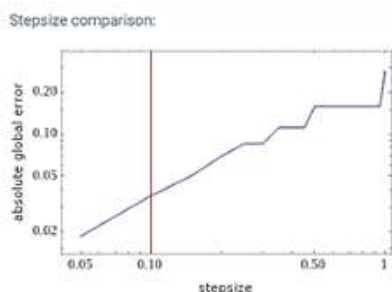
На графіку (рис. 5) зображено дві лінії:

- exact result - графік точного розв'язку

$$y(x) = C \exp\left(\frac{x^2}{4}\right)$$

- numerical solution -

графік інтегральної кривої, що отримана за методом Ейлера (графічне подання наближеного розв'язку задачі).



(global error at $x = 1$)

Рис.6. Графік похибок

Крім того, результатом запиту є графік похибок (рис.6).

Наближені значення похибок розв'язку диференціального рівняння різними методами подаються у вигляді таблиці (рис. 7).

Method comparison:

method	global error	log scale comparison
forward Euler method	0.0361	<input type="text"/>
midpoint method	0.000453	<input type="text"/>
Heun's method	0.000336	<input type="text"/>
third-order Runge-Kutta method	-0.0000121	<input type="text"/>
fourth-order Runge-Kutta method	7.99×10^{-9}	<input type="text"/>
Runge-Kutta-Fehlberg method	3.77×10^{-9}	<input type="text"/>
Bogacki-Shampine method	2.75×10^{-9}	<input type="text"/>
Dormand-Prince method	0	<input type="text"/>
backward Euler method	-0.0390	<input type="text"/>
implicit midpoint method	-0.0000333	<input type="text"/>

(global error at $x = 1$)

Рис. 7. Наближені значення похибок розв'язку диференціального рівняння

Слід відмітити, що застосування Wolfram|Alpha не обмежується тільки розв'язуванням математичних задач.

3. Дослідження фармакокінетичної моделі

Модель розроблена для визначення умов оптимального призначення ліків, тобто вибір дози, шляху та періодичності введення, що забезпечувало б достатній терапевтичний ефект при мінімальній побічній дії. Необхідно вивчити вплив таких параметрів як об'єм крові, швидкість введення лікарської речовини в організм і стала виведення препарату на рівень концентрації препарату в крові. Також визначити умови створення постійної концентрації препарату в крові.

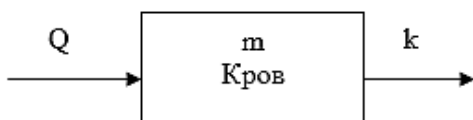


Рис. 8. Залежність концентрації препарату від ряду процесів

3.1. Схема процесу

Концентрація препарату може залежати від ряду процесів. Розглянемо наступні процеси:

- 1) транспорт препарату з органу в кров;
- 2) видалення препарату з крові нирками і руйнування його печінкою.

Відповідно цим процесам схему можна представити так (рис. 8):

Q – швидкість введення препарату;

k – стала виведення препарату з крові;

m – кількість препарату в крові.

3.2. Формалізація моделі і рішення рівнянь

Зміну концентрації речовини можна описати таким рівнянням:

$$\frac{dm}{dt} = Q - km$$
$$m(t) = ?$$

Інтегруємо на проміжку від 0 до t за умови:

$$\frac{dm}{Q - km} = dt,$$

$$\int_0^m \frac{dm}{Q - km} = \int_0^t dt,$$

$$-\frac{1}{k} \cdot \ln(Q - km) \Big|_0^m = t \Big|_0^m$$

$$-\frac{1}{k} \cdot \ln(Q - km) + \frac{1}{k} \ln Q = t,$$

$$-\frac{1}{k} (\ln(Q - km) - \ln Q) = t,$$

$$\ln \frac{Q - km}{Q} = -kt,$$

$$e^{-kt} = \frac{Q - km}{Q},$$

$$m = \frac{-Q \cdot e^{-kt} + Q}{k} = \frac{Q(1 - e^{-kt})}{k},$$

Оскільки $C = \frac{m}{V}$, де V – об'єм крові, $C(t) = \frac{Q}{V \cdot k} \cdot (1 - e^{-kt})$.

Введемо диференційне рівняння в строку завдання $dx/dt = Q - kx$ та проведемо розрахунок в (Differential equation solution), після чого отримаємо розв'язок диференційного рівняння:

$$x(t) = c_1 e^{-kt} + \frac{Q}{k}$$

Проведемо дослідження розв'язаного нами рівняння, для чого введемо вказане диференційне рівняння $C(t) = \frac{Q}{V \cdot k} \cdot (1 - e^{-kt})$ в строку завдання та виконаємо розрахунок $\text{plot } C(t) = (0.5 / (6 \cdot 2)) \cdot (1 - e^{-2 \cdot t})$, $t = 0..20$.

Можна побудувати графіки функцій (рис. 9), що відображають зміну концентрації $C(t) = \frac{Q}{V \cdot k} \cdot (1 - e^{-kt})$ препарату в крові в залежності від об'єму крові.

Для цього покладемо незмінними швидкість введення препарату і константу його видалення з крові. Обсяг крові задамо різний:

$Q = 0.5$; $k = 2$; $V = 6, V = 4, V = 3$; при часі $t = 20$ с значення V буде змінною: $C(V) = (0.5/(V*2)) * (1 - e^{(-2*t)})$, $t = 0..20$

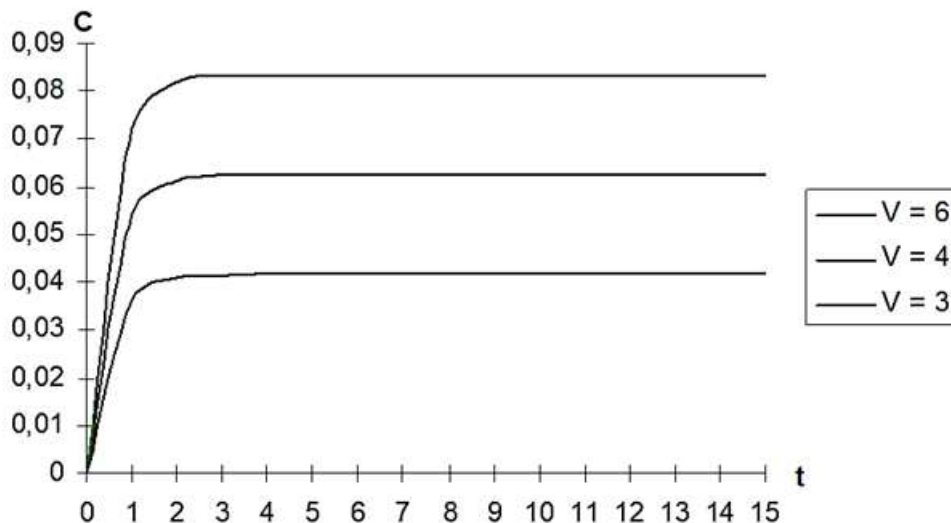


Рис. 9. Зміна концентрації препарату в крові в залежності від об'єму крові

Побудуємо графіки функцій (рис. 10), що відображають зміну концентрації в залежності від швидкості виведення препарату. Задамо наступні параметри:

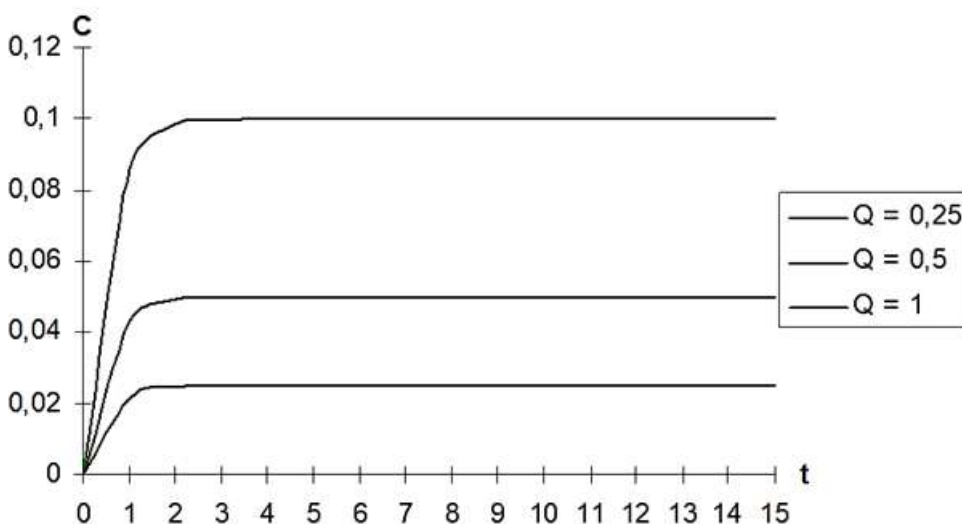


Рис. 10. Зміна концентрації в залежності від швидкості введення препарату

$V = 5$; $k = 2$; $Q = 0,25$, $Q = 0,5$, $Q = 1$; при часі $t = 20$ с значення Q буде змінною: $C(Q) = (Q/(5 \cdot k)) \cdot (1 - e^{-(k \cdot t)})$, $t = 0,20$

Побудуємо графіки функцій (рис. 11), що відображають зміну концентрації в залежності від швидкості введення препарату. Задамо наступні параметри:

$V = 5$, $Q = 0,5$; $k = 2$, $k = 5$, $k = 10$; при часі $t = 20$ с значення k буде змінною: $C(k) = (0,5/(5 \cdot k)) \cdot (1 - e^{-(k \cdot t)})$, $t = 0,20$

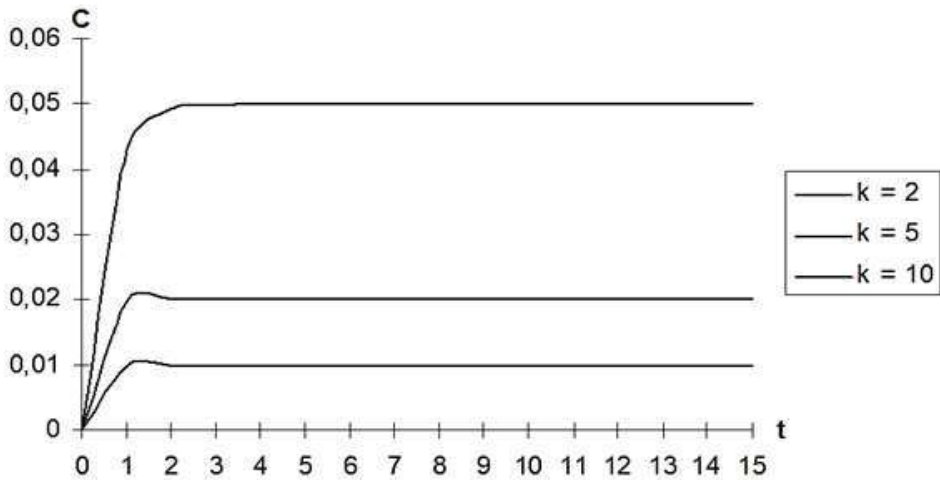


Рис.11. Зміна концентрації в залежності від швидкості виведення препарату

Наведені приклади показують лише частину великих функціональних можливостей системи Wolfram Alpha, які доступні через її веб-сайт www.wolframalpha.com.

ІНТЕРАКТИВНА ПРОГРАМА «ОСНОВИ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ»

Ірина Березовська, Марія Головчак
Львівська медична академія ім. Андрея Крупинського
Андрій Сверстюк
Тернопільській національний медичний університет
ім. І. Я. Горбачевського

Інтерактивне навчання добре зарекомендувало себе як потужний метод освітньої діяльності, а сучасні технології дозволяють не обмежувати простір для отримання знань стінами аудиторії. Навчальне програмне забезпечення об'єднує мультимедійний контент і надає користувачам високий рівень інтерактивності. Ці дві особливості відрізняють його від традиційних методів навчання. Мультимедійний контент, такий як графіка і зображення, істотно покращує наочність матеріалу.

Сьогодні викладачеві доводиться робити вибір серед численних програмних продуктів, призначених для різних навчальних дисциплін, в яких реалізовані різні методи викладання. Моделювання - це один з них.

Програмне забезпечення для моделювання дозволяє викладачам навчати студентів за допомогою віртуального досвіду. Наприклад, студенти медичних спеціальностей можуть використовувати таке програмне забезпечення, щоб отримати досвід роботи з телемедичними процедурами для надання медичної допомоги.

Інтерактивна програма «Основи телемедицини» розроблена в Тернопільському національному медичному університеті ім. І. Я. Горбачевського.

1. Структура програми

Функціональні можливості програми відображає її головне меню (рис.1):

Кнопки навігації для переходу вперед і назад між розділами програми, а також для повернення в головне меню, знаходяться вгорі і внизу вікна. Середня частина вікна розрахована на основний контент розділу або його частини. Зона заголовка вгорі вікна може містити питання (в «Схеми телемедичних систем та процедур телеконсультування») і опис сценарію (в «Побудова телемедичних систем»).

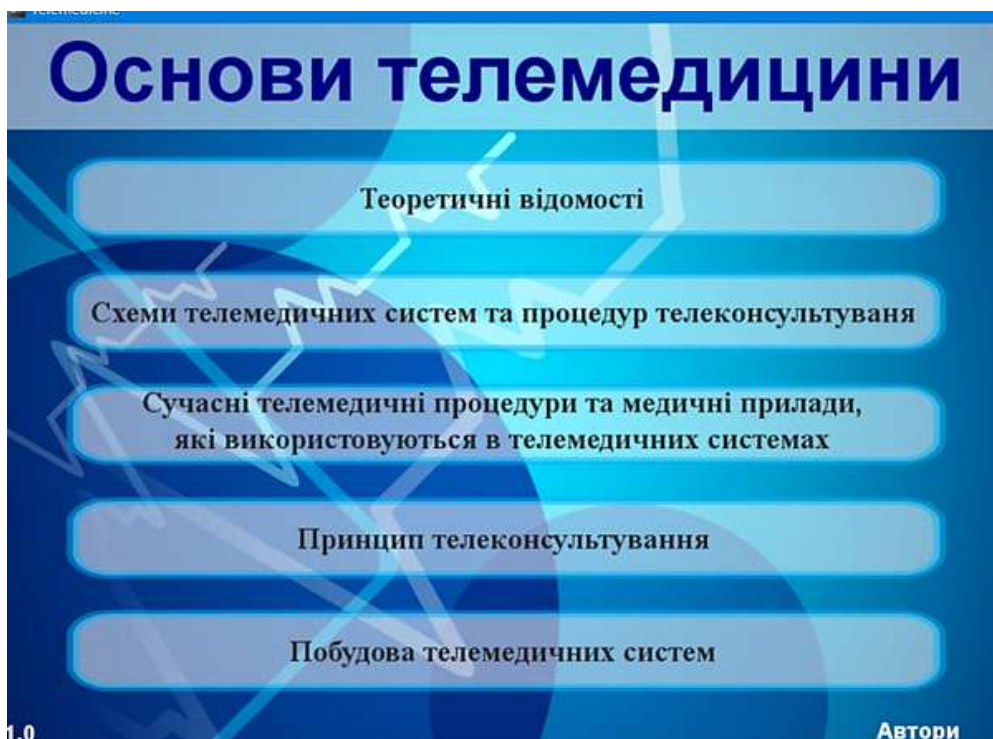


Рис.1. Головне меню програми «Основи телемедицини»

2. «Теоретичні відомості»

Цей розділ містить формулювання основних понять і описи процедур телемедицини. Серед них - предмет і функції телемедицини, види телемедичних процедур і консультацій, домашня телемедицина, способи передачі даних.

Слід уважно поставитися до читання цих відомостей, тому що вони знадобляться при відповіді на питання і виконанні завдань в рамках сценаріїв в наступних розділах.

3. «Схеми телемедичних систем та процедур телеконсультування»

У цьому розділі студент вивчає ієрархію телемедичних систем, послідовність етапів телеконсультування і його учасників.

У першому вікні (рис. 2) показані телемедичні центри різного рівня.

В наступному вікні студент повинен вибрати кліком миші центр або пункт, який названий в зоні заголовка / завдань у верхній частині екрану. Наприклад, «Медичний центр» (рис. 3).



Рис. 2. Ієрархія телемедичних центрів

Після правильних відповідей на всі питання виводиться вікно, на якому показані учасники телеконсультування, обладнання та зв'язки між ними (рис.4).

Ця схема вимагає уважного вивчення, щоб правильно (хоча б, з мінімумом помилок) виконати завдання, які виводяться в наступному вікні. Наприклад, це можуть бути питання «Інтерфейс з медичним діагностичним обладнанням» (рис. 5) або «Клієнтське робоче місце» (рис. 6).

Тільки після правильної відповіді на всі питання в нижній частині екрана з'являється кнопка переходу в наступні вікна, які містять відомості про організацію зв'язку. Наприкінці виводиться повідомлення про успішне виконання завдання (рис. 7) із зазначенням кількості допущених помилок, яке може служити критерієм для виставлення оцінки.

4. «Сучасні телемедичні процедури та медичні прилади, які застосовуються в телемедичних системах»

Розділ має довідково-інформаційний характер, добре ілюстрований фотографіями робочих ситуацій і приладів (наприклад, рис.8). Ці ж назви і зображення зустрінуться в описі сценаріїв, тому варто приділити їм достатньо часу.



Рис. 3. Вибір телемедичного центру вказаного типу



Рис. 4. Телеконсультування

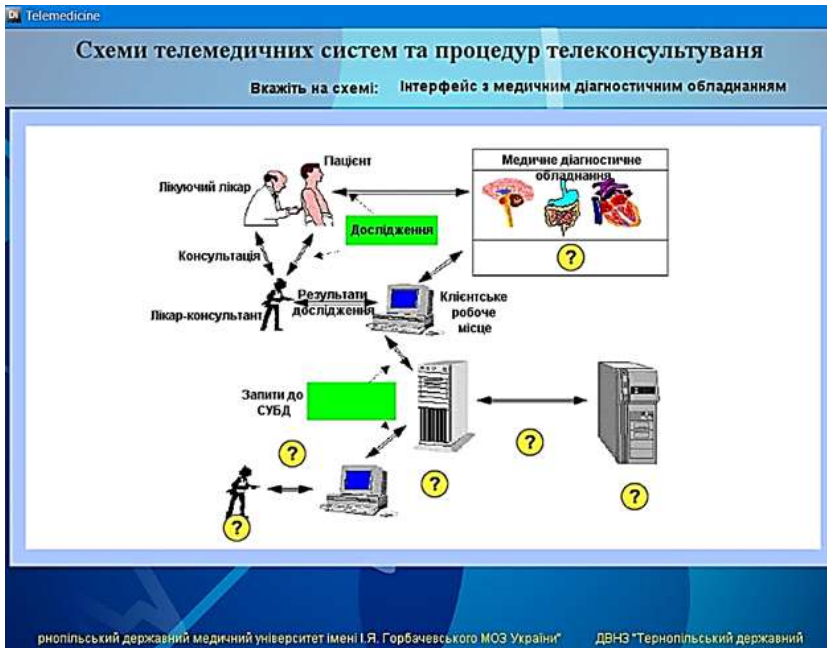


Рис. 5. «Інтерфейс з медичним діагностичним обладнанням»

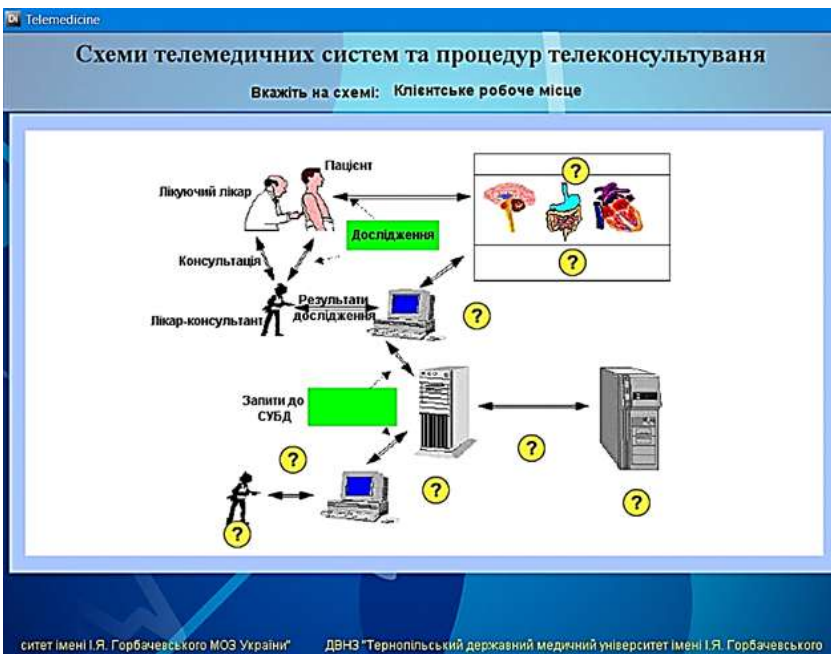


Рис.6. «Клієнтське робоче місце»

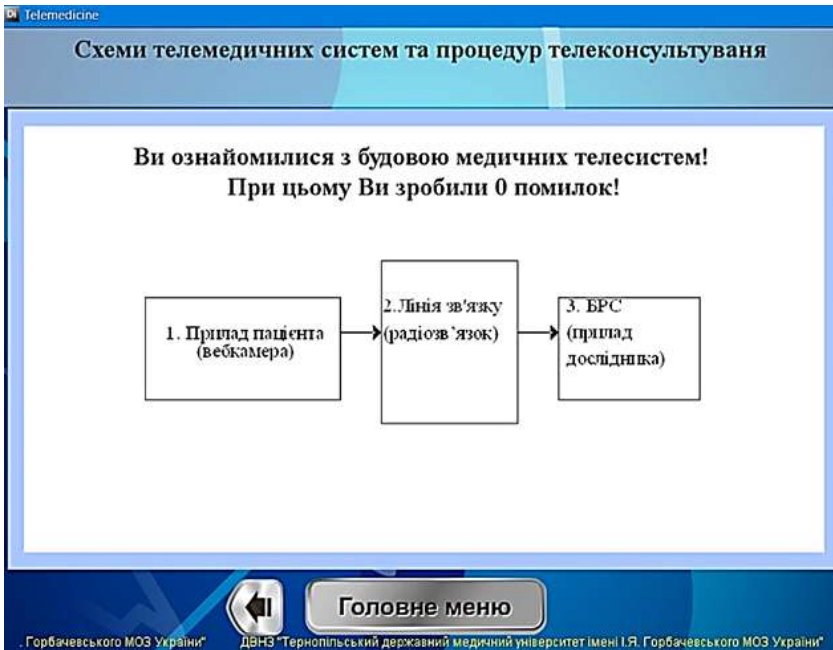


Рис. 7. Повідомлення про успішне виконання завдання із зазначенням кількості допущених помилок



Рис. 8. Дистанційне маніпулювання

5. «Принцип телеконсультування»

Цей розділ хоча і складається з одного вікна (рис. 9), але відіграє важливу роль в підготовці до виконання завдань в наступному розділі. За допомогою анімації показано взаємодію між учасниками телеконсультування, а також обладнання і засоби зв'язку, якими вони користуються.



Рис. 9. Принципи телеконсультування

6. «Побудова телемедичних систем»

Всі попередні розділи слугували підготовкою до виконання завдань в цьому, головному, розділі програми. Студенту пропонується клінічний сценарій, для якого треба побудувати телемедичну систему. Сценарій розміщено в зоні заголовка / завдань вгорі вікна (рис. 10); компоненти, з яких треба вибрати необхідні елементи для системи, показані нижче у вікні.

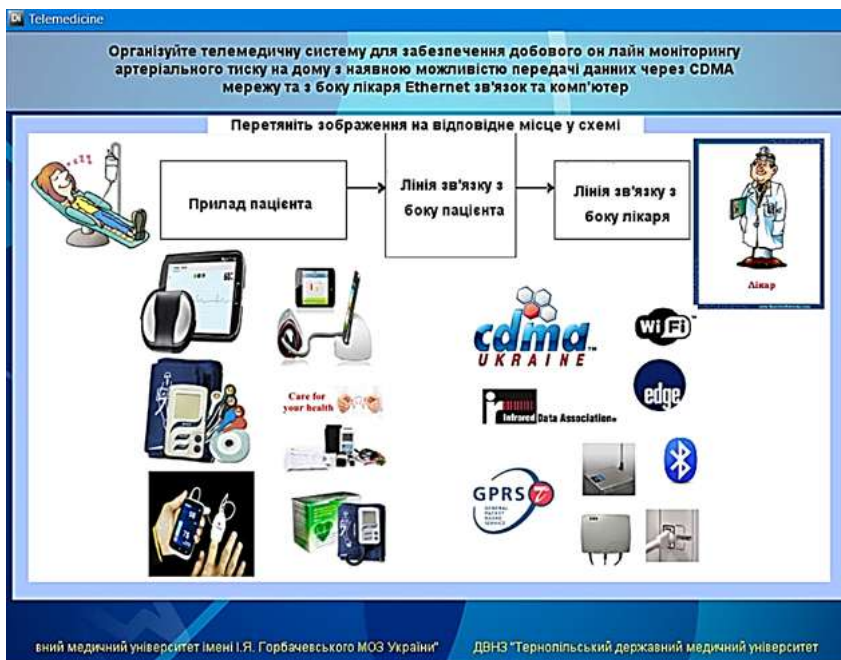


Рис. 10. Структура робочого вікна при побудові телемедичної системи

Принципову схему телемедичної системи наведено на рис. 11.

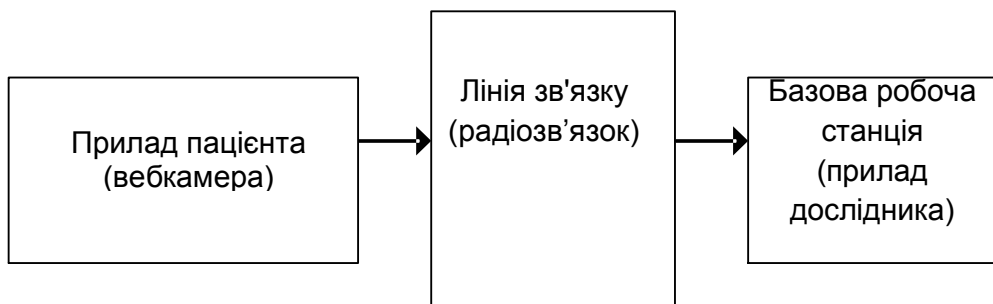


Рис. 11. Принципова схема телемедичної системи

Приладами пацієнта для позалікарняного мобільного моніторингу можуть бути:

1. Електрокардіограф (1-Home-AliveCor-versatile-heart-monitor, 6-Home-Motion-ECG-Mobile)
2. Електронний вимірювач артеріального тиску (2-home-blood-pressure-monitor-infoniac, 8-home-mobile-blood-preasure)
3. Електронний спірограм (3-Home-curio2-kid-friendly-spirometer-and-app-by-pushstart3)

4. Електронний пульсоксиметр (5-home-ioximeter-ic-lead)
5. Мікроскоп для локального дослідження тканин (6-home-cellphone-microscope)
6. Електронний глюкометр (6-home-mobile-glucometr)
7. Пристрої для дослідження ока (7-home-mobile-Eya)
8. Пристрої для дослідження вуха (8-home-mobile-ear-check)
9. Електронний стетоскоп (12-home-Smartphone-Stethoscope-92625160)
10. Електронний термометр (10-home-mobile-thermometer)

Приладами пацієнта для позалікарняного (добового) моніторингу можуть бути:

1. Електрокардіограф (1-holter-ecg,)
2. Електронний вимірювач артеріального тиску та ЕКГ (2-hoolter-pressure-ecg)
3. Електронний вимірювач артеріального тиску (27-vat41-1)

Пацієнт і лікар взаємодіють за допомогою таких можливих варіантів ліній зв'язку:

1. Телефонний - Модем Ethernet
2. ADSL
3. GPRS
4. EDGE
5. CDMA
6. Блютуз (Bluetooth)
7. Wi-Fi, Wireless LAN (WLAN), IEEE 802.11
8. Infrared Data Association (IrDA)

При побудові системи можливий тільки один правильний вибір, тоді обраний компонент можна перетягнути на його місце в системі. Після успішного вирішення ситуації з'являється повідомлення «Правильно!» (рис.12) і пропозиція перейти до наступного завдання.

Сценарії описують різні клінічні ситуації, які вимагають застосування відповідного обладнання і засобів зв'язку. Наведемо кілька прикладів.

1. Організуйте телемедичну систему для забезпечення добового онлайн моніторингу артеріального тиску на дому, з наявною можливістю передачі даних через **CDMA** мережу та з боку лікаря **Ethernet** зв'язок і комп'ютер.



Рис. 12. Успішне завершення завдання

2. Виберіть необхідні компоненти позалікарняного моніторингу для телемедичної системи. Необхідно забезпечити моніторинг електричної активності серця з ФАП за 12 каналами, з можливістю використання Ethernet-мережі та з боку експертів лікарів наявна Ethernet-мережа і сервер.

3. Зкомпонуйте телемедичну систему позалікарняного моніторингу артеріального тиску. Пацієнт знаходиться вдома, є можливість використання Wi-Fi роутера та з боку експертів лікарів наявна Ethernet-мережа і сервер.

4. Зкомпонуйте телемедичну систему для добового позалікарняного моніторингу артеріального тиску та електричної активності серця. Пацієнт знаходиться вдома, є можливість використання Wi-Fi роутера мережі та з боку експертів лікарів наявна Ethernet-мережа і сервер.

5. Зкомпонуйте телемедичну систему позалікарняного моніторингу кількості кисню в крові. Пацієнт знаходиться вдома, є можливість використання Wi-Fi роутера та з боку лікарів наявна Ethernet-мережа і сервер.

6. Зкомпонуйте телемедичну систему віддаленого консультування пацієнта на дому.

7. Пацієнт з захворюваннями шкіри, є в наявності веб-камера, ноутбук, доступ до **Wireless LAN** мережі для передачі даних та з боку експертів лікарів наявна Ethernet-мережа, веб-камера, ноутбук.

8. Зкомпонуйте телемедичну систему віддаленого керування діагностичною і лікувальною апаратурою, для керування внутрішньовенного введення лікарської речовини, є доступ до **Wireless LAN** мережі та з боку експертів лікарів наявна Ethernet-мережа і сервер.

Кількість виконаних завдань може служити критерієм для оцінювання успішності студента при виконанні практичної роботи.

На закінчення відзначимо, що для роботи з програмою «Основи телемедицини» студенти повинні вже мати певні клінічні знання. Таким чином, її можна використовувати як для вивчення інформаційних технологій, так і дисциплін медичного характеру.

Примітка: за доступом до користування програмою слід звертатись до відділу збуту видавничо-поліграфічного комплексу «УКРМЕДКНИГА» (ukrmedknyga@tdmu.edu.ua).

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

Ірина Березовська, Марія Головчак
Львівська медична академія ім. Андрія Крупинського
Ірина Совтус
Ковельський фаховий медичний коледж

Вступ

Навчання на основі моделювання вважається важливою частиною практичних занять при підготовці майбутніх працівників закладів охорони здоров'я. Цей активний освітній процес впроваджується в медичних навчальних закладах для подолання проблем, які виникають при залученні реального пацієнта в навчальний процес, таких як його етичні та юридичні права, а також відсутність критичних подій, які є умовою придбання знань і різних навичок.

Медичне навчання на основі симуляції традиційно відбувається в симуляційних центрах. Останнім часом використання комп'ютерних імітаційних систем в згаданих центрах стає все більш поширеним явищем. Вони являють собою альтернативний підхід до симуляції пацієнта і продемонстрували переваги в створенні контексту догляду за пацієнтами з можливістю реалізації нових технологій, таких як доповнена реальність.

1. Віртуальний пацієнт

У деяких освітян є багато побоювань з приводу застосування стандартизованого пацієнта в медичній освіті через доступність та витрати на його підготовку. З цієї точки зору розробка віртуального стандартизованого пацієнта (ВСП) стала необхідністю в якості альтернативи справжньому стандартизованому пацієнтові (актору) для навчання і оцінки умінь студентів. Такий стандартизований пацієнт забезпечує віртуальне середовище навчання, яке допомагає студентам здобувати і практикувати клінічні навички з більш рентабельною та ефективною оцінкою. Більш того, така розробка є реалістичним, чуйним, розумним і емоційним учасником, і студенти можуть розмовляти з ним природною мовою.

Дизайн ВСП являє собою інтеграцію різних технологій, які формують програмовану систему для відтворення емоцій і поведінки, обробки природної мови, виразу обличчя і реакції губ, щоб імітувати спілкування між пацієнтом і лікарем. Крім того, деякі вдосконалені симулятори надають

історію хвороби пацієнта, реальну інтерактивну фізіологічну реакцію, змодельовану в 3D сценарії, і записи реалістичного фізичного обстеження.

Віртуальний стандартизований пацієнт може також показувати свій біль, гнів і депресію виразом обличчя відповідно до контексту комп'ютерного навколишнього середовища. Фізичне обстеження може бути виконане за допомогою інтерактивної 3D програми, яка відтворює належні ознаки і симптоми згідно із розробленим сценарієм з відповідною реалістичною фізіологічною реакцією на надзвичайну ситуацію або ненормальні події, такі як кровотеча, травма, гіпоксія та інше. Ця програма також може реагувати на успішне або невдале медичне втручання, наприклад введення ліків.

У моделі ВСП є багато характерних переваг в порівнянні з реальним стандартизованим пацієнтом (актором), і при цьому існує взаємодія зі студентом формату істинного стандартизованого пацієнта в присутності посередника, що дозволяє легше контролювати і оцінювати навчання. Віртуальний стандартизований пацієнт відрізняється доступністю і адаптованістю, його автоматична модифікація може бути виконана шляхом простої заміни в розробленому сценарії для зміни особистості, історії хвороби і фізичного стану пацієнта. Тому він вважається корисним, універсальним і відтворюваним інструментом навчання з безліччю віртуальних сценаріїв. Деякі з таких програмних інструментів розглядаються в наступному розділі.

2. Симуляційні додатки

Існує велика кількість віртуальних симуляторів, за допомогою яких студенти-медики можуть відпрацювати практичні навички. Наведемо декілька прикладів:

➤ **Full Code - Emergency Medicine Simulation** (<https://full-code.com>) – пропонує вирішити важкі клінічні випадки в реалістичному трьохвимірному відділенні невідкладної допомоги. Даний додаток налічує близько 105 сценаріїв, в яких представлені найпоширеніші випадки, небезпечні для життя, та неясні захворювання. Симуляція починається зі збору анамнезу, виконання фізичного обстеження та проведення диференційної діагностики. Наприкінці виконання симуляції студент отримує бал за шістьма головними клінічними компетенціями, які допоможуть продовжити навчання.

➤ **InSimu Patient - Diagnose Virtual Clinical Cases** (<https://insimu.com>) – новий спосіб перевірки діагностичних навичок. Серед доступних функцій варто відзначити такі: необмежена кількість пацієнтів, практика по

спеціалізації, повний спектр діагностичних тестів, повний список діагнозів МКХ-10, детальна оцінка ефективності обстеження та лікування пацієнта.

➤ **Medcases - Diagnose Virtual Patient** (<https://medcases.io>) – допомагає медикам покращити навички огляду пацієнта, пропонує прогресивний алгоритм обстеження пацієнта. Особливістю є те, що даний додаток використовує справжні звуки серця та дихання.

➤ **Body Interact** (<https://bodyinteract.com>) – поєднує у собі динамічну взаємодію з проблемним навчанням та ігровим дизайном завдяки наступним функціям: реальні віртуальні пацієнти, реальний фізіологічний алгоритм, стан здоров'я пацієнта в режимі реального часу, реальний зворотний зв'язок, негайна оцінка дій відповідно керуючим принципам, тобто його можна налаштувати за допомогою десятків попередньо налаштованих клінічних сценаріїв, включаючи кардіологію, хірургію, анестезіологію, неврологію, травматологію та багато інших.

3. Приклад виконання сценарію за допомогою Body Interact

Body Interact пропонує можливість випробувати 5 безкоштовних клінічних сценаріїв про COVID-19 з віртуальними пацієнтами. Розглянемо детальніше один зі сценаріїв: Пан Вей вже протягом семи днів має сухий кашель, і йому не стає краще; він скаржиться на високу температуру і втому.

Рівень складності – високий.



Рис. 1. Опис пацієнта

1. **Опис пацієнта** (рис. 1):

2. **Первинний огляд (розглянемо пріоритетні параметри фізикального огляду):**

- дихальні шляхи (рис. 2);

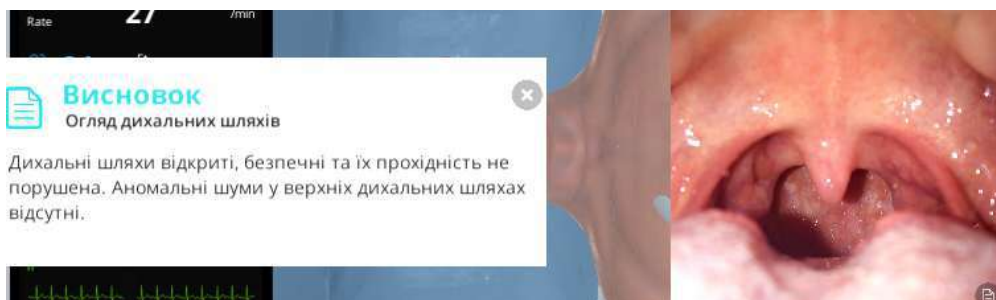


Рис. 2. Стан дихальних шляхів

- дихання – сатурація – 87%; аускультация легень (велико-міхурцеві в нижніх відділах чи долях); частота дихання – 26 дих./хв.;

- кровообіг – артеріальний тиск (134/76 мм.рт.ст.); аускультация серця (ритмічне серцебиття, тони S1 і S2 в нормі, шумів і тертя немає; синусова тахікардія); ЧСС (112 уд./хв.); рівень глюкози у крові (245 мг/дл)

- зовнішній вигляд – температура тіла (38,5°C).

3. **Варіанти діалогу з пацієнтом під час симуляції:**

а. Стан здоров'я – питання: «Як Ви почуваетесь?»; відповідь: «Мені важко дихати»; питання: «Чи є у Вас які-небудь інші захворювання?», відповідь: «У мене діабет».

б. Медикаментозне лікування – питання: «Чи приймаєте Ви які-небудь ліки?», відповідь: «Так, я приймаю ліки від діабету... і ще від тиску»; питання: «У Вас є алергія на якісь ліки?», відповідь: «У мене з'являється біль у животі... після прийому ібупрофену».

с. Фактори ризику – питання: «Ви подорожували нещодавно?», відповідь: «Я був у провінції Хубей близько тижня тому... Їздив по роботі. Минулого року я був у Лондоні»; питання: «Ви контактували з хворими у провінції Хубей?», відповідь: «Ні, здається, ні».

4. **Стратегія постановки діагнозу:**

- бактеріологічне дослідження крові (зразки крові були взяті і відправлені в мікробіологічну лабораторію. Результати будуть повністю готові через 4 дні);

- діагностичне дослідження – КТ грудної клітки (ділянки затемнення по типу «матового скла»); рентгенографія грудної клітини (білатеральне базальне затемнення легень);

- газовий склад артеріальної крові (рис. 3), біохімія крові (рис. 4);
- ексудат з носо- та ротоглотки за допомогою RT-PCR мазка (рис. 5);
- коагуляційні проби (рис. 6), розгорнутий аналіз крові (рис. 7).

Гази артеріальної крові			
Аналіз	Результат	Одиниці	Референтний інтервал
pH крові	7.33	-	7.35 - 7.45
Гемоглобін	14.6	g/dL	12.6 - 17.7
PaO2	51	мм рт.ст.	> 75
PaCO2	32	мм рт.ст.	35 - 45
HCO3-	16.3	мг-екв/л	22.0 - 30.0
BE	-8.48	мг-екв/л	-2 - 3
Насичення O2	86	%	95 - 100
Na	134.0	мг-екв/л	135 - 145
K+	4.5	мг-екв/л	3.5 - 5.5
Cl	100.0	мг-екв/л	95 - 110
Аніонна різниця	17.7	мг-екв/л	8 - 16
Лактат (звичайний)	60	мг/дл	4.5 - 14.4
Лактат (S)	6.7	ммоль/л	0.5 - 1.6
Карбоксигемоглобіна	0	%	< 3

Рис. 3. Склад артеріальної крові

Аналіз	Результат	Одиниці	Референтний інтервал
Глюкоза (звичайний)	245	мг/дл	70 - 110
Глюкоза (S)	13.6	ммоль/л	3.9 - 6.1
Ліпід сервуму крові	27	мг/дл	0 - 23
Креатиніну в сироватці крові	1.2	мг/дл	0.74 - 1.35
Кірені креатиніну	70	м/л	77 - 160
ЩМФ	86.72	м/л	> 70
Na	134.0	мг-екв/л	135 - 145
K+	4.5	мг-екв/л	3.5 - 5.5
Cl	100.0	мг-екв/л	95 - 106
Ca2+	9.2	мг/дл	8.9 - 10.1
АСТ	25	МО/л	10 - 30
АЛТ	15	МО/л	10 - 40
АСТ/АЛТ	1.67	-	0.5 - 1.0
ЛФ	106	МО/л	30 - 120
КК	80	МО/л	40 - 160
ГГТ	18	МО/л	2 - 30
Осміяльність	291	м/дл	270 - 300
СРБ	200	м/л	< 5
Нагірйовеличний пептид	32	п/м/л	< 16.7
Альбумін	4.2	г/дл	3.5 - 5.0
Загальний білірубін	7.4	д/дл	0.4 - 0.9
ЛДГ	327	МО/л	100 - 200
Загальний білірубін	0.8	мг/дл	0.3 - 1.2

Рис. 4. Біохімія крові

Ексудат з носоглотки та ротоглотки за допомогою RT-PCR мазка	
Аналіз	Результат
SARS-CoV-2	Виявлено

Рис. 5. RT-PCR мазок

5. Пріоритети лікування:

1. Повідомити органи охорони здоров'я про SARS-CoV-2: «Ми підтверджуємо цей випадок як коронавірусну хворобу COVID-19. Будь ласка, підтримуйте належну ізоляцію та інфекційний контроль, а також специфічну та підтримуючу терапію пацієнта».

2. Втручання – заходи безпеки: «Заходи профілактики розповсюдження інфекції були застосовані. Зараз пацієнт був ізольований. Засоби індивідуального захисту: халат, маска FFP2, захисні окуляри, нестерильні одноразові рукавички».

Коагуляційні проби			
Аналіз	Результат	Одиниці	Референтний інтервал
АЧТТ	30	s	28 - 38
Протромбінний час	16	s	9.5 - 13.8
МНВ	1.5	-	0.8 - 1.2
Протромбін	62	%	70 - 130
D-димер	0.2	µg/mL	< 0.5
Фібриноген	226	мг/дл	150 - 350

Рис. 6. Коагуляційні проби

Розгорнутий аналіз крові			
Аналіз	Результат	Одиниці	Референтний інтервал
Лейкоцити	5100	/мкл	4500 - 11000
Нейтрофіли	4500	/мкл	1800 - 7800
Лімфоцити	530	/мкл	1000 - 4800
Моноцити	100	/мкл	0 - 800
Еозинофіли	20	/мкл	0 - 450
Базофіли	0	/мкл	0 - 200
Незрілі гранулоцити	0	/мкл	0 - 100
Еритроцити	5	×10 ⁶ /µL	3.9 - 5.5
Гемоглобін	14.6	g/dL	12.6 - 17.7
Гематокрит	43	%	42 - 50
СОЕ	86	µm ²	80 - 100
СЕГ	32	pg/cell	26 - 34
СККГ	34	g/dL	33 - 37
RDW	14.5	%	11.5 - 15
Тромбоцити	127	×10 ³ /µL	150 - 350
ШРТ	15	%	10 - 18
СОТ	10	µm ²	7.20 - 12.50
ПОТ	0.256	%	0.130 - 0.430

Рис. 7. Розгорнутий аналіз крові

3. Лікування (пневмонія): Лікувальні препарати – Антибіотики (Амікацин; Амоксицилін + клавуланова кислота; Ампіцилін та інші).

4. Киснева терапія: Втручання – Кисень – високопоточкова маска; назальна канюля; киснева маска.

5. Електролітні розчини: Лікувальні препарати – Рідини та електроліти – Бікарбонат натрію; лактат Рінгера; кристалоїдні розчини; поліелектроліти; хлорид натрію.

6. Лікування: гіперглікемія – Гормони – Інсулін.

7. Лікування: лихоманка – Жарознижуючі – Метамізол; парацетамол.

8. Втручання – Заходи безпеки: миття рук (перед введенням медикаментів або інвазивних втручань).

Диференційна діагностика (виводиться на екран після завершення симуляції): діагноз – коронавірусна інфекція (COVID-19) та 3 неправильні відповіді: ГРВІ, туберкульоз легень, гострий інфаркт міокарду.

6. Заключне повідомлення:

«Лікування завершено. SARS-CoV-2 діагностовано, органи охорони здоров'я проінформовано. Вітаємо, Ви діяли відповідно до інструкції». Або інші варіанти в залежності, чи виконано необхідні заходи.

Висновок. Комп'ютерні системи моделювання кращі з багатьох причин: це зниження витрат на навчання, необмежена кількість повторень одного і того ж сценарію, оцінка результатів навчання в режимі реального часу, зниження ризику заподіяння шкоди пацієнту, імітація відповідної поведінки при дослідженні різних медичних випадків, що виникають в клінічній практиці.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ В МУЗЕЙНІЙ ПЕДАГОГІЦІ ДЛЯ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ З ВАДАМИ СЛУХУ

Ірина Позинич

Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів

Що означає бути доступним музеєм для глухих і слабочуючих відвідувачів? Найголовнішим завданням для нас є зробити знання доступними в прямому розумінні цього слова. Тому на заняттях для відвідувачів з вадами слуху ми намагаємося забезпечити максимальну наочність та доступність подачі матеріалу.

Нашими помічниками можуть стати інноваційні й комп'ютерні технології, що дозволяють не тільки формувати знання, уміння й навички, але й вирішувати більш важливе завдання, яке повстає перед навчанням – розвивати особистість учня, студента, задовольняти їх пізнавальні інтереси [1].

1. Експозиція «Льодовикова епоха» як приклад формування інтерактивного середовища

Створений технічними засобами світ, в нашому випадку – це експозиція «Льодовикова епоха», яка переносить відвідувачів у далеке минуле, де вся поверхня Землі, що не була під льодовиками, була одним величезним пасовищем мамонтів, бізонів, коней. Всю атмосферу цього середовища команда Природознавчого музею передає завдяки спеціально обладнаному простору, де створене комп'ютером зображення цілком транслюється на його стіни за допомогою дисплеїв чи проекторів (рис. 1). Наприклад, у нас є інтерактивний мамут, на якому великими буквами проектується цікава інформація про розміри, особливості цього велетня з минулого. Історію мамута описали працівники відділу музейної педагогіки, а анімацію зробив медіахудожник Сергій Петлюк.

Вся експозиція побудована так, що у відвідувача створюється ілюзія, ніби він потрапляє в льодовикову епоху – епоху мамутів, волохатих носорогів, печерних левів та печерних ведмедів. Це можна відчутти через зір або дотик. Особливо багата експозиція інтерактивними і наочними прикладами, що полегшує сприйняття інформації людям з вадами слуху. Так, фігури мамута та волохатого носорога дозволяють на дотик відчутти будову тіла цих могутніх велетнів з минулого (рис. 2).



Рис. 1. Анімація - історія мамута



Рис. 2. Фігури мамута та волохатого носорога

Муляж відбитку стопи мамута дозволяє порівняти її величину з людською долонею (рис. 3), а муляж шерсті дозволяє відчутти товщину та побачити колір волосин (рис. 4).



Рис. 3. Муляж відбитку стопи мамута

Для порівняння діти можуть помацати шерсть інших тварин і відгадати, чия вона. Муляжі інших тварин не прикріплені і не підписані для того, щоб було зручно передавати їх від учня до учня і відгадувати, що ж це за тваринка з таким хутром.



Рис. 4. Муляж шерсті мамута та інших тварин

Впродовж екскурсії для слабочуючих та глухих ми використовуємо роздруківки, на яких великими буквами написані біологічні поняття або назви частин тіла тварин (рис. 5).

Велику частину експонатів і роздаткових матеріалів можна пощупати і відчутти руками. Так, в кімнаті з кроманьйонцем можна порівняти муляж черепа людини з черепом мамута. Відчутти їх справжні розміри і зробити висновки (рис. 6).



Рис. 5. Розповідь про мамута з роздруківкою слова



Рис. 6. Муляж черепа людини

До усіх експонатів зроблені короткі та цікаві надписи, що дозволяє відвідувачам з вадами слуху самостійно пройти по експозиції. На експозиції можна скласти пазли та подивитися відео про тварин, які жили колись на нашій території (рис. 7).



Рис. 7. Онлайн-пазли та відео про тварин, які жили багато років тому

2. Застосування мобільних пристроїв та 3D додатків

Також для навчання в музейному просторі ми використовуємо *смартфони та планшети на базі операційної системи Android*. Дані гаджети дозволяють отримати доступ до ресурсів мережі Інтернет та різноманітних безкоштовних додатків, що завантажуються з сервісу *Play Market*.

Отже, гаджети і, зокрема, смартфон є невід'ємною частиною життя сучасних дітей. З самого малечку такий гаджет знаходиться завжди під рукою, і саме для дітей з вадами слуху це надзвичайно важливо, оскільки він є засобом комунікації між однолітками та своєї соціалізації. Не випадково самі перші соціальні мережі були розроблені для нечуючих людей. То чому ж не використати смартфон та його можливості в навчанні? Аналізуючи сервіс *Play Market*, можна побачити, що він містить безліч безкоштовних додатків, які є неодмінними помічниками під час вивчення біології та інших предметів.

На заняттях в музеї доречно використовувати різні 3D додатки, що значно поліпшить засвоєння знань та формування вмінь учнів. Саме ці додатки забезпечують можливість аналізувати, візуалізують інформацію та розвивають предметні та життєві компетентності учнів.

Anatomy 3D Bones and Organs (рис. 8). Цей безкоштовний додаток і просте друковане зображення Анатомія 3D перенесуть учнів і всіх, хто хоче дізнатися про внутрішню будову тіла людини, в інтерактивний 3D світ людської анатомії, що візуально справляє величезне враження [2]. Повністю інтерактивний додаток Анатомія 3D використовує доповнену реальність та інші передові технології, щоб створити ідеальний фундамент для освіти 21-го століття. Це набагато більше, ніж додаток. Анатомія 3D відправляє глядачів у подорож всередину людського тіла і серця, допомагає зрозуміти просторове розміщення наших органів, скелета, м'язів і тіла.



Рис. 8. *Anatomy 3D Bones and Organs*

Додаток *Anatomy 3D Bones and Organs* дозволяє:

- ↪ дізнатися і вивчити людське тіло і серце в найдрібніших подробицях;
- ↪ виділити різні органи і системи окремо, так наприклад, можна зосередитися тільки на опорно-руховій, травній або дихальній системі;
- ↪ вказати стать досліджуваного тіла;
- ↪ збільшити масштаб, щоб вивчити кожен орган або частину тіла поглиблено;
- ↪ пограти у вікторину і засвоїти даний матеріал.

Animal 4D+(рис. 9). Додаток дозволяє бачити тварин у доповненій

реальності, що однозначно розширює кругозір і розуміння учнями тварин, їх зовнішньої будови. При роботі з додатком картки-ескізи оживають на долонях учнів і поліпшують знайомство з тваринами [3].

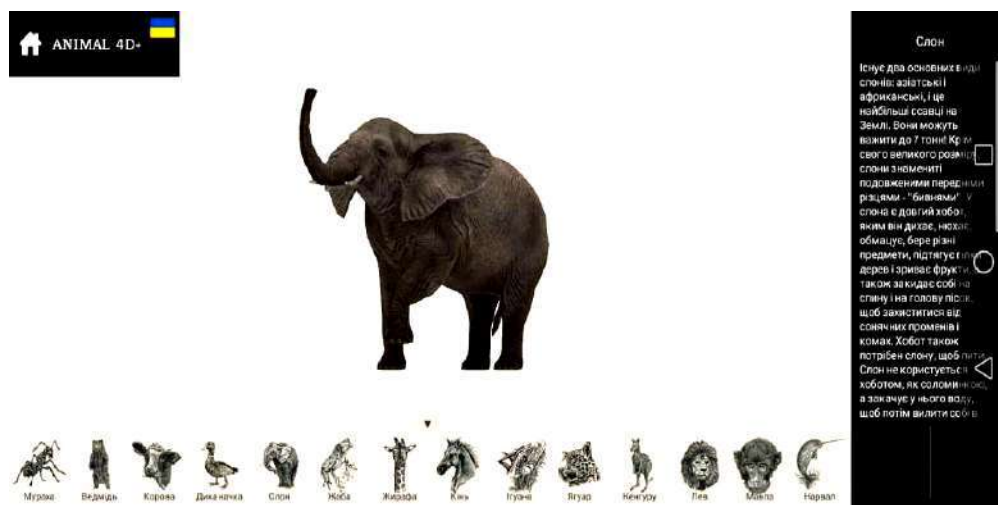


Рис. 9. Додаток *Animal 4D+*

Додаток *Animal 4D+* дозволяє:

- вивчити тварин і їхній зовнішній вигляд;
- дізнатися, як рухаються тварини;
- почути звуки, які видають тварини;
- збільшити масштаб, щоб вивчити кожну частину тіла поглиблено;
- пограти у вікторину і засвоїти даний матеріал.

Zoology Quiz name the animal (рис. 10). Цей безкоштовний додаток надає можливість вивчати систематику та назви тварин у вигляді квест – запитань та візуального розпізнавання. Також надається інформація про систематичне положення тварини та її опис [4].

Додаток *Zoology Quiz name the animal* дозволяє:

- вивчити тварин і їхній зовнішній вигляд;
- ідентифікувати тварин;
- вивчити систематичне положення тварин;
- дізнатися про спосіб життя тварин;
- дізнатися, чим харчується істота.

Plants Quiz –for botanists (рис. 11). Цей додаток дозволить вивчити систематику рослин в доволі спокійній і цікавій формі, а головне з якісними фотографіями та цікавими вправами для засвоєння [5].



Рис.10. Додаток Zoology Quiz name the animal

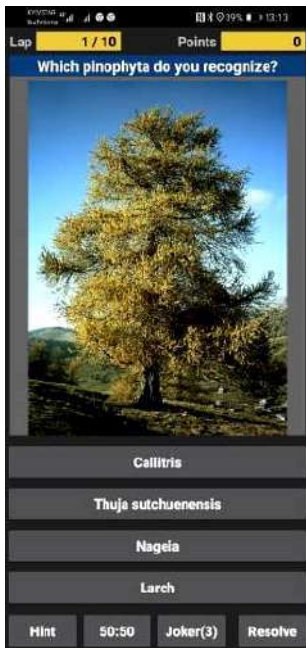


Рис. 11. Додаток Plants Quiz –for botanists

Додаток *Plants Quiz –for botanists* дозволяє:

- вивчити зовнішній вигляд рослин;
- вивчити систематичне положення рослин;
- відповісти на запитання у вигляді тесту та засвоїти нові знання.

PlantNet (рис. 12). Основна мета цього додатку - це дозволити людині з будь-якою освітою розпізнавати рослини та квіти через камеру смартфона. Це можливо завдяки інтеграції з величезною базою даних з різних континентів, яка взаємодіє з системою розпізнавання, що підтримується завдяки людям, які постійно ідентифікують рослини і поновлюють базу даних. Такий додаток можна прекрасно використовувати для самоосвіти людям з вадами слуху. Це дозволить почуватися в будь-якому куточку природи як в себе вдома, тому що знання дають впевненість і свободу[6].



Рис. 12. Додаток PlantNet для розпізнавання рослин

Додаток PlantNet дозволяє:

- ідентифікувати рослину;
- вивчити назву рослини;
- взяти участь в обговоренні;
- зрозуміти, чим корисна дана рослина.

3. Висновок

Отже, наведені вище додатки додають реалістичності у вивченні біології для учнів з вадами слуху. Вони активізують увагу учнів, заохочують їх до вивчення природничих наук, створюють атмосферу комфортного навчання, впливають на встановлення тісних соціальних зв'язків між учнем та учителем, учнем та учнівським колективом. А також допомагають учневі самостійно здобувати знання та вміння, які формують сукупність компетенцій учня у навчально-пізнавальній сфері.

Література

1. Використання інтерактивних методів навчання [Електронний ресурс] / О. М. Ковальова, Н. А. Сафаргаліна-Корнілова, Н. М. Герасимчук, О. А. Кочубей. – 2016. — Режим доступу: <https://cutt.ly/NkuiiJd>
2. 3D додаток Анатомія людини. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hssn.anatomy3d-lite&hl=uk&gl=US>
3. Animal 4D+ – Додатки в Google Play [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.OctagonStudio.Animal4DPlus&hl=uk&gl=US>
4. Zoology Quiz - name the animal – Додатки в Google Play [Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raru.zoologyquiz&hl=uk&gl=US>
5. Plants Quiz - for botanists – Додатки в Google Play–[Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.raru.plantsquiz&hl=uk&gl=US>
6. PlantNet Plant Identification – Додатки в Google Play – Додатки в Google Play–[Електронний ресурс] — Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=uk&gl=US>

III. STEM ОСВІТА ДЛЯ МОЛОДШИХ УЧНІВ

Від редактора

У сучасній освіті, що здатна відповісти на виклики часу та потреб суспільства, на перше місце виходить навчання дітей через їх участь у STEM проектах. Досі STEM-програми реалізуються для середньої та старшої школи, коли школярі починають опановувати хімію, фізику та біологію. Молодша школа залишається тільки з проектами у вигляді саморобок з нагоди якогось свята. Участь же у STEM-орієнтованих заняттях з самого першого класу дозволить сформувати у дітей навички роботи у команді, допоможе краще зрозуміти поняття «проект» та його цільову аудиторію. Одночасно, вийти за межі вмінь та знань молодшої школи у таких проектах майже неможливо та недоречно. Трансформація звичайних саморобок у STEM ідеї найлегше відбувається за рахунок використання прикметнику «екологічний» та залучення вживаних чи непотрібних матеріальних об'єктів. Виконання нових виробів з вже використаних матеріалів носить назву «апсайклінг» та добре вписується у концепцію сталого розвитку суспільства, адже запобігає збільшенню кількості сміття та призводить до свідомого споживання. Ще однією рисою таких проектів є їх невисока коштовність, адже витрати пов'язані тільки з елементами кріплення (гарячий чи холодний клей, двостороння ліпка стрічка, провіолока чи ліска тощо). Якщо використовувати отримані вироби будуть соціально незахищені верстви населення або безхатні тварини, то діти не тільки дізнаються про їх існування та потреби, а й з першого класу розвинуть у себе почуття емпатії. Сучасні психологи вважають, що саме цієї риси не вистачає зараз дітям та саме емпатія є основою гармонійного розвитку особистості.

На особливу увагу заслуговують STEM проекти з апсайклінгу для дітей з особливими освітніми потребами, адже вони не складні, доступні для різного стану розвитку дітей та навіть можуть бути реалізовані у змішаних командах за участі звичайних та особливих дітей.

Т. Тихомирова

ЗАНЯТТЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ НАВИЧОК

Деніз Балмер

Institute of Education (University College of London), London, UK

Суть науки полягає в тому, щоб дивитися, відчувати і реєструвати, а потім давати відповідь на питання «чому?». Ці заняття націлені на те, щоб маленькі діти дивилися на своє оточення з точки зору науки, вчилися рахувати і використовувати відповідний словниковий запас. Це також про те, як отримати від цього задоволення.

1. Карта завдань “Наукові спостереження”

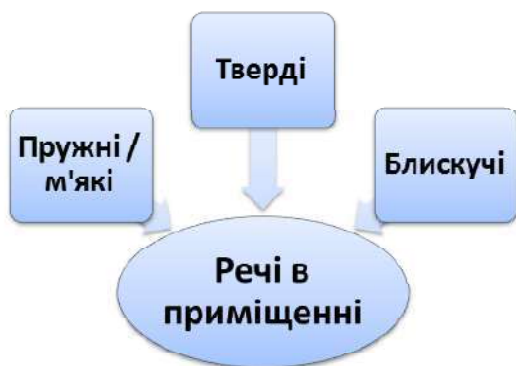


Рис. 1. Визначення властивостей речей
(іл. Є. Десятренко)

Пружні / м'які речі в приміщенні (рис. 1):

1 Чи зможете ви знайти пружні і м'які речі в своїй вітальні?

2 Для чого ви використовуєте ці речі? (щоб на них сидіти, лежати або щось ще?)

3 З чого зроблені ці речі - металу, тканини, дерева?

4 Що всередині них робить їх м'якими і комфортними?

Тверді речі в приміщенні:

1. Які речі здаються вам твердими?

2. З чого вони зроблені?

3. Порахуйте, скільки предметів з дерева, металу, порцеляни або пластику.

4. В якій кімнаті знаходяться найтвердіші речі?

5. Чому ці речі зроблені з чогось твердого, а не з м'якого?

Блискучі предмети в приміщенні:

1. Пошукайте тверді блискучі предмети вдома, ви можете знайти їх на кухні або у ванній.

2. Вони зроблені з металу. Що ще, зроблене з металу, ви могли побачити - ці предмети не обов'язково блискучі.

3. Як ви думаєте, чому використовували метал, щоб виготовити ці речі?

Весела сесія

1. Знайдіть декілька монет (можна використати монети номіналом 10, 25 та 50 копійок – прим. перекладача) і попросіть дорослого покласти їх в невелику тарілку з оцтом.

- Якого кольору оцет?
- Подивіться, що відбувається, і поверніться через півгодини, щоб побачити, що сталося.

- Якого кольору зараз оцет?

2. Тепер спробуйте зробити це з іншою монетою (1 або 2 грн. чи сріблястим дротом для плетіння бісером – прим. перекладача).

- Що на цей раз відбувається з монетою і оцтом?

3. Як ви думаєте, що станеться, якщо ви покладете ці монети разом в оцет?

Спробуйте !!!

Ви можете пояснити, що відбувається?

4. Сафарі:

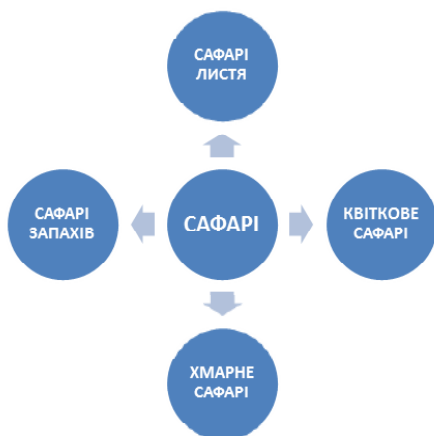
Сафарі – це інша назва для поняття “експедиція”, або, в даному випадку, прогулянки, але звучить набагато цікавіше. Можна влаштувати металеве сафарі, але це трохи складно для маленьких дітей. Однак що можна зробити, так це піти на:

Сафарі листя – шукайте листя різної форми, їх не потрібно збирати;

Квіткове сафарі – існує так багато різних квітів, по-різному забарвлених, просто спробуйте щось одне за один раз. Старші діти можуть порахувати кількість квіток на одному стеблі або кількість пелюсток.

Хмарне сафарі – сядьте і подивіться на хмари, поспостерігайте, як змінюється їх форма, придумайте історії, які можуть пояснити ці зміни

Сафарі запахів ... не вимагає пояснень (рис. 2)



2. Ознайомлення дітей з камінням і гірськими породами

Ви можете використовувати стільки ідей, скільки захочете, але складність вправ поступово зростає.

Рис. 2. Варіанти сафарі за об'єктами досліджень (іл. Є. Дегтяренко)

Галька! Це комплексна вправа, що дозволяє маленьким дітям дивитися, відчувати і грати з кам'яними матеріалами. Вони будуть використовувати математику, мову, деякі наукові навички, проявляти спритність і творчу активність. Кожна вправа є індивідуальною, і камінчики повинні бути згруповані разом в кінці кожної вправи.

1. Попросіть дітей знайти або принести з собою по 12 камінчиків (навички рахунку) або жменю камінців, які ви можете потім почати підраховувати - на ваш вибір. Підійдуть будь-які камінчики з саду, доріжки, парку. Вам і їм потрібно буде вимити руки і камінчики перед тим, як почати заняття.

2. Попросіть їх укласти камінчики по прямій лінії (словниковий запас - прямий, лінійний).

3. Попросіть їх розсортувати камінчики на групи різного кольору і назвати або описати кольори (словниковий запас). Підрахуйте кількість в групі кожного кольору. Скільки груп? (наукова навичка).

4. Зробіть з камінчиків різні фігури – спочатку квадрат, потім прямокутник, потім коло, потім овал (розпізнавання форм) (рис. 3).



Рис. 3. Фігури з камінців (фото Є. Десяренко)

Запитайте, яка їхня улюблена форма і чому. Чи можуть вони зробити іншу фігуру (можливо, зірку)?

5. Попросіть дітей скласти свої камінчики так, щоб найбільший був праворуч, а найменші - зліва (розпізнавання правого і лівого, розмірів).

6. Розділіть камінчики на дві групи; круглі і вуглисті (не круглі) (лексика, наукові навички). Чи можуть вони змусити котитися круглі? Як вони думають, чому існують різні форми?

7. Запропонуйте дітям помацати камінчики і описати свої відчуття (текстуру). Одні гладкі, а інші шорсткі (словниковий запас, науковий підхід)? Запитайте, скільки у них каміння кожного типу (підрахунок)? Чи у всіх однакова кількість (наукове дослідження)?

8. Чи всі круглі камінчики гладкі, чи все вуглисті камінчики гладкі (наукове дослідження)? Чи можуть вони це пояснити?

9. Для чого люди в давнину могли використовувати гострі вуглисті камінчики?

10. Розділіть камінчики на чотири групи - великі круглі, маленькі круглі, великі вуглисті, маленькі вуглисті. У кожній групі однакова кількість? Яка група найбільша, а яка найменша?

11. Попросіть дітей зробити з камінчиків цифру, щоб показати, скільки їм років (рис. 4).



Рис. 4. Цифри з камінців (фото Є. Дегтяренко)

12. Попросіть їх побудувати з камінчиків вежу, скільки камінців будуть балансувати один на одному? Як найкраще побудувати вежу (науковий підхід)?

Дуже добре, ви вивчили багато нових слів і трохи понять з математики та природничих наук, а також отримали нові навички!

Весела сесія:

намалюйте що-небудь цікаве на великому камінчику, вкажіть своє ім'я та дату. Потім ви можете додати його до кам'яної змійки, якщо вона вже є, або почати будувати з друзями нову змійку. Діти в різних місцях залишали розмальовані камінчики, щоб інші діти збирали і обмінювалися ними (рис. 5). Їх можна знайти в парках, але якщо ви щось підбираєте, потім потрібно дуже ретельно мити руки.

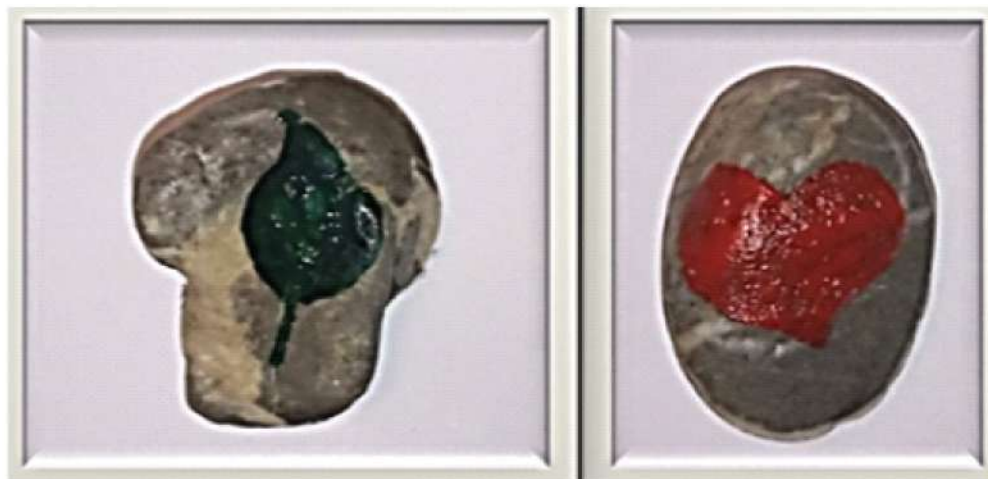


Рис. 5. «Малюнок на згадку» (фото Є. Деяченко).

3. Карта завдань, присвячена ОБ'ЄМУ!

Перш за все, нам потрібно знати, що таке об'єм. Простіше кажучи, це місце, зайняте чимось. Об'єм можна виміряти по-різному: для твердих предметів ми вимірюємо в кубічних сантиметрах або метрах, m^3 ; для рідин ми вимірюємо в літрах, а для газів зазвичай в кубічних сантиметрах, cm^3 . У деяких країнах використовуються інші одиниці виміру, відомі як імперські одиниці - це кубічні ярди для твердих тіл і галони для рідин. Є кілька дійсно простих речей, які можна спробувати зробити, щоб зрозуміти об'єм, а потім кілька більш складних вправ, які ви, можливо, захочете виконати.

Отже, давайте виберемо для себе обладнання. Ми можемо використовувати майже все: ємність для йогурту, банку, відро, повітряну кульку, пляшку. Спробуйте знайти кожен предмет в двох варіантах - маленького і великого розміру. Ящики також зручні для вимірювання об'єму, особливо різної форми. І ми можемо використовувати ложки різного розміру (рис. 6).



Рис. 6. Обладнання для організації дослідів.

Заповніть велику ємність для йогурту попкорном. Скільки маленьких стаканчиків для йогурту ви можете заповнити з неї? Тепер ви знаєте, зі скількома людьми ви можете розділити великий пакет попкорну! Не у всіх є попкорн, у мене немає, тому я наповню велику ємність для йогурту піском або землею і подивлюся, скільки маленьких стаканчиків для йогурту заповниться з неї. Наприклад, я можу наповнити чотири маленьких стаканчика. Так що об'єм моєї великої ємності в чотири рази більше об'єму маленьких стаканчиків. Як ви думаєте, вам буде потрібно чотири маленьких стаканчика для йогурту з водою, щоб наповнити велику ємність для йогурту? Спробуйте!

Спробуйте наповнити ємність для йогурту піском або землею доверху. Скільки води можна налити в цю посудину, поки вона не переповниться? Вам потрібно буде виміряти кількість води в іншій ємності для йогурту. Тепер наповніть ємність для йогурту такого ж розміру камінням. Скільки води ви можете налити до неї на цей раз, перш ніж вона стане повною? Це більше або менше, ніж коли ви пробували з піском? Постарайтеся з'ясувати, чому є різниця (відповідь буде пізніше в карті завдань).

У пляшках легко відміряти рідини, і часто їх об'єм написаний збоку (підказка: великі пляшки можуть вміщати 1 літр або 1,5 літра, маленькі пляшки вміщають півлітра - 500 мл, або 300 мл або 250 мл). Візьміть одну велику і одну маленьку пляшку. Наповніть маленьку пляшку водою, потім обережно перелийте її у велику пляшку. Скільки маленьких пляшечок з водою поміститься у великий? Чи знаєте ви розмір обох пляшок до того, як почали,

або тільки один з них? Якщо так, ви зможете визначити розмір другої пляшки.

Ви можете повторити це з низькою, широкою пляшкою або банкою і більш високою, більш вузькою пляшкою або банкою, і ви побачите, що одна і та ж кількість води виглядає по-різному (рис. 7). Намалюйте ці дві посудини, щоб показати, як рідина виглядає в кожній. Ви можете пояснити, чому здається, що в високій вузькій посудині води більше, ніж в низькій широкій?

Ми також можемо побачити, скільки місця щось займає у воді. Наполовину наповніть скляну банку водою і зробіть позначку на зовнішній стороні банки. Тепер помістіть камінчик у воду. Що відбувається з рівнем води? Зробіть нову мітку на зовнішній стороні банки. Різниця між двома позначками – це об'єм (простір), займаний камінчиком. Тепер обережно вийміть камінь, намагаючись не залишити воду на пальцях, обережно струшуючи краплі назад в банку. Вода в банці повернулася на перший рівень? Якщо ні, то куди поділася вода?

Це дуже старий принцип вимірювання об'єму чогось у воді. Ви можете згадати Архімеда і його знаменитий вигук «Еврика!», коли він виявив, як виміряти свій власний об'єм у ванні з водою!

Іноді в каменях є багато пустот (званих порами), які можуть заповнюватися водою. Тому це може бути то місце, де зникла «втрачена»



Рис. 7. Матеріали для організації дослідів

вода. Чи можете ви придумати експеримент, щоб дізнатися, скільки води поглинув ваш камінь? Спробуйте самі. Інші предмети також можуть поглинати воду, наприклад, рис. Що ще ви можете придумати? Це збільшує їх об'єм, тому здається, що після варки у воді рису стає набагато більше.

Якщо вам більше подобається, ви можете виміряти кількість рідини або твердої речовини ложкою, але переконайтеся, що ви завжди рівно тримаєте ложку, а не нахиляєте її. Ви можете дізнатися про різні розміри ложок. Чайна ложка повинна бути в половину меншою, ніж десертна (середня) ложка та в чотири рази меншою, ніж столова (велика) ложка - як порівняти ці ложки?

Візьміть кілька коробок, таких, щоб вони помістилися одна до одної, як матрьошка. Скільки менших коробочок помістилося в одну велику? Чи можете ви що-небудь сказати про об'єм великої коробки - у скільки разів її об'єм більше, ніж об'єм маленької коробочки?

Як ви думаєте, в ці банки помістяться родзинки і кава? (Я вам скажу! Але тільки в тому випадку, якщо ви з'їсте кілька родзинок!)

Об'єм газів визначити складно, але, надуваючи повітряну кулю, ви наповнюєте її газом! Надуйте повітряну кулю якомога більше, а потім відпустіть її і подивіться, як далеко вона пролетить. Тепер надуйте кульку наполовину і подивіться, як далеко полетить вона на цей раз. Більший об'єм дозволить вашій повітряній кульці пролетіти далі або залишатися в повітрі довше.

Спробуйте зробити маленькі і великі мильні бульбашки, вони наповнені газом (повітрям). Наскільки великим може вийти бульбашка, перш ніж вона лопне? Чому вона лопається?

Наповніть невелику пляшку водою наполовину, закрийте кришкою і переверніть догори дном. Кришку опустіть під воду. Тепер ви можете побачити об'єм газу в пляшці. Що це за газ?

4. Способи вимірювання предметів

Багато в чому STEM присвячений вимірюванню та реєстрації цих результатів.

У наступних декількох картах з вправами будуть розглянуті способи вимірювання предметів без дорогих або навіть будь-яких вимірювальних інструментів.

Вам можуть знадобитися:

лінійка, сантиметрова стрічка, відрізки мотузки, пряжа, вовна, стрічка. Нестандартні речі на зразок дерев'яного бруска і самих себе!



Рис. 8. Вимірювання довжини

Довжина

Давайте спочатку подивимося на *себе!*

Який у вас зріст? Попросіть кого-небудь зробити невелику позначку на двері або стіні (переконайтеся, що позначку можна прибрати при необхідності), щоб відзначити вашу маківку. У деяких сім'ях вимірюють ріст кожного члена в день його народження і ставлять серію відміток, що показують, наскільки людина виросла за рік!

Наскільки висока твоя улюблена іграшка в порівнянні з тобою? У скільки разів ти вище іграшок?

Який у тебе зріст, коли ти лягаєш? Як це дізнатися? (рис. 8)

Використовуємо свої кроки в якості міри

Ваш крок – це довжина між вашими слідами. Зробіть кілька слідів, йдучи по піску, землі, навіть пилу або по рівній підлозі, наприклад по бетону, з мокрими ногами. Ви можете використовувати їх як міру. Вам знадобиться мотузка, стрічка або паперова смужка.

Поклади шнурок у п'яти першого сліду ноги і зав'яжи вузол у п'яти другого сліду. Це твій крок! Щоб отримати середню довжину, тобі може

знадобитися виміряти кілька кроків.

У тебе такий же крок, як у інших?

Він такий же, як у дорослого, довше, коротше, як дізнатися?

Ви можете використовувати цю міру, щоб побачити, скільки «кроків» в твоєму зрості!

Розмах долоні

Розведіть пальці однієї руки так, щоб утворити дугу від кінчику великого пальця з одного боку до кінчику маленького пальця з іншого боку. Що ви можете цим вимірювати?

Скільки розмахів долоні у сидіння стільця? Скільки розмахів долоні в твоєму кроці (або шматку мотузки, якою ти виміряв свій крок)? Скільки розмахів долоні в твоїй ступні?

Скільки розмахів долоні в ступні дорослої людини? Що ти дізнався? Ти можеш це пояснити?

Довжина між кінчиками пальців – розмах рук

Ти також можеш використовувати довжину витягнутих рук від кінчиків пальців лівої руки до кінчиків пальців правої руки. Іноді це приблизно дорівнює твоєму росту! Великий палець - це ще одна міра, яку можна використовувати.

Ти можеш спробувати виміряти себе! Свої руки і ноги, стегна, талію і груди, а також свій ріст. Знову ж, ти можеш зробити це за допомогою мотузки і записати всі свої вимірювання. Ти можеш порівняти вимірювання з результатами друзів або інших членів своєї родини!

Від ліктя до кінчиків пальців

Як можна виміряти довжину чого-небудь, користуючись передпліччям, від ліктя до кінчиків пальців? Що ти для цього зробиш?

Вимірювання висоти



Рис. 9. Квадрат із картону

Ти можеш виміряти висоту. Чи зможеш ти виміряти дорослого без лінійки?

Знайди шматочок картону і виріж квадрат зі стороною приблизно 15 см (рис. 9).

Квадрат буде мати прямі кути.

Розріж квадрат по діагоналі від одного кута до іншого – вийде два рівних трикутника, і у кожного буде два гострих кута (45 градусів) і один кут 90 градусів, тобто прямий (рис. 10).



Рис. 10. Трикутники – половинки квадрату

Тобі потрібно використувати тільки один трикутник. Це буде твоя проста алідада (або кутомір), яка допоможе тобі виміряти висоту високого об'єкта. Наприклад, це може бути дорослий або дерево. Тримай

алідаду рівно за прямий кут і постав один край трикутника (гострий кут) на кінчик носа. Тепер подивися вздовж боку трикутника і відходь від об'єкта, який ти хочеш виміряти, до тих пір, поки інший край трикутника не співпаде з вершиною об'єкта, який вимірюється. Зроби позначку на землі там, де ти знаходишся. Тепер зміряй відстань кроками до об'єкта. Висота буде дорівнювати загальній довжині кроків (відстані), на які ти від нього відійшов, плюс висота від твого носа до землі! Якщо ти знаєш, яка довжина твого кроку, ти можеш розрахувати висоту цього дерева, будівлі або того, на що ти дивився. Ти повинен переконатися, що знаходишся на одному рівні з низом об'єкта, а також тримаєш алідаду рівно (рис. 11).

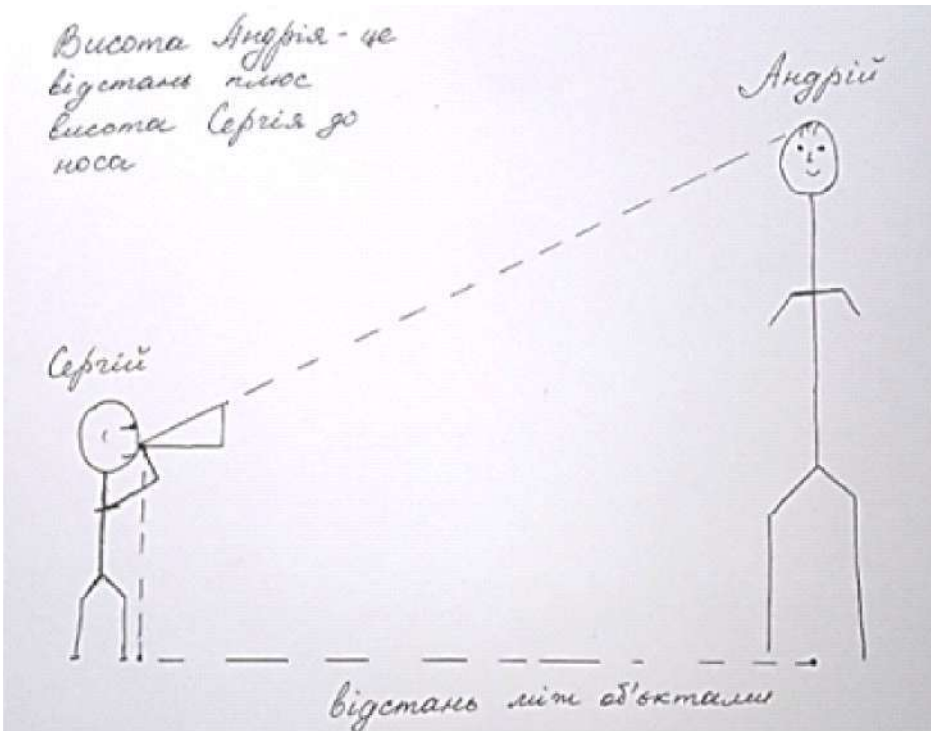


Рис. 11. Вимірювання висоти об'єкту

Більше викликів

Як і що можна виміряти ???

Яка ширина ваших дверних прорізів? Висота ваших дверей? Довжина кімнати? Висота куща або квітучої рослини, дерева, велосипеда, тарілки? Запишіть свій ріст і крок, щоб побачити, наскільки ви виростете за три місяці або більше!

5. Карта завдань “Вага і баланс”

Попередження від автора: “Я використовую ці завдання багато років, але не сумніваюся, що схожі можна знайти на багатьох сайтах. Жоден з представлених тут матеріалів не був скопійований, але є частиною мого тривалого викладацького досвіду”.

Ці вправи будуть стосуватися ваги і балансу. Перш за все, нам потрібно знати, що означає вага. Це відноситься до того, наскільки щось важче: спробуйте підібрати невеликий камінь - це буде легко, і ми можемо сказати, що камінь легкий! А тепер спробуйте підібрати дійсно великий камінь. Цілком ймовірно, що ви будете напружуватися, бо він важкий. Ви можете задатися питанням: скільки маленьких каменів такі ж важкі по вазі, як великий камінь? Це те, що ми постараємося з’ясувати трохи пізніше.

Подумайте, що важче - перо або кістка?

Ідея, пов’язана з тим, як знайти вагу чогось, полягає в тому, щоб спробувати врівноважити цю річ з іншою річчю. Візьміть невеликий камінь в одну руку, а в іншу - що-небудь, що відчувається як таке, що має таку ж вагу; це зробити не так просто. Може бути, олівці мають однакову вагу?



Рис.12. Врівноважений паперовий лист

Блокнот може важити стільки ж, скільки і пара ручок. Отже, давайте подивимося на баланс або рівновагу.

Ви коли-небудь сиділи на гойдалці з кимось більшим, ніж ви? Якщо ви обидва сядете за різні боки, що станеться? Ви в повітрі, а інша людина лежить на землі? Це тому, що ви не збалансовані (не врів-



Рис. 13. Відновлення балансу

вальної гумки, і спробуйте знову збалансувати папір (рис. 13). Що відбувається?

Щоб відновити баланс, ви повинні пересунути папір так, щоб з одного боку валика була більша частина аркуша, ніж з іншого. А тепер подумайте, де вам потрібно сісти на гойдалці, щоб збалансувати її. Спробуйте! Виходить?

Отже, як ми можемо дізнатися, скільки маленьких каменів важать стільки ж, скільки один великий камінь? Я впевнена, що ви зможете знайти просте рішення. *Примітка:* використовуйте вішалку.



Рис. 14. Підручні засоби для вимірювання ваги

Вам знадобиться дротова вішалка для одягу, мотузка, два пластикових стаканчика – підійдуть баночки для йогурту, що-небудь, щоб зробити маленьку дірочку в верхній частині стаканчиків, і дорослий (вам знадобиться додаткова пара рук). Зберіть все разом (рис. 14), і у вас буде щось на зразок ваги:

Я впевнена, що ви впораєтеся краще за мене! Тепер ви бачите, скільки маленьких каменів врівноважує великий!

Будьте обережні, тому що ця вага не зможе витримувати важкі предмети. Стаканчики зламаються або мотузки

новажені). Погляньте на картинку (рис. 12) – візьміть ватний валик і аркуш паперу. Якщо ви докладете достатньо зусиль, ви зможете врівноважити паперовий лист посередині.

Тепер покладіть щось маленьке на один кінець паперу - це може бути крихта або шматочок жу-



Рис. 15. Ваги власноруч із підручних засобів



Рис. 16. Баланс у будові підйомного крану

прорвуть край стаканчика біля дірочки, тому кладіть на неї тільки легкі речі, будь ласка (рис. 15).

Можливо, ви захочете подивитися, як все врівноважується навколо нас? Ви коли-небудь бачили кран на будівельному майданчику, що піднімає важкі вантажі? Помітили, як балансується кран?

Придивіться уважно, і ви зможете помітити кілька великих вантажів, які врівноважують його. У підставі, на який він стоїть на одній опорі, і на кінці стріли. Щоб кран міг піднімати дуже важкі предмети, він повинен бути правильно збалансований, інакше він перекинеться (рис. 16).

Знайдіть декілька іграшкових кубиків і подивіться, скільки кубиків ви зможете поставити один на одного і збалансувати. Чому вони падають? Ви починаєте з великих кубиків, а потім кладете зверху менші? А чи зможете ви почати з маленьких, а зверху покласти великі? Якщо ви будете дуже обережні, ви зможете побудувати вежу. Можна обійтися без кубиків - ви можете спробувати з книгами або навіть знайти плоскі камені і подивитися, якої висоти вежу ви можете побудувати. Чи буде

простіше, якщо вежа буде зроблена з однакових предметів?

Як щодо того, щоб самим балансувати на одній нозі? Як з цим впоратися? Чи доводиться вам нахилитися вбік, щоб вага розподілявся рівномірно?

Подивіться на дерева - у них є гілки, які допомагають розподіляти вагу листя. Можливо, вам потрібно розвести руки в боки, щоб балансувати на одній нозі.

У тварин і птахів є різні способи балансувати - наприклад, вони часто використовують хвіст. Поспостерігайте за птахами, які намагаються балансувати на гілці. Вони часто розгойдуються вгору і вниз, поки не досягнуть рівноваги. Зробіть чотириногу тварину зі шматка глини і чотирьох сірників. Якщо її поставити на ноги, вона буде стояти, тобто балансувати? Якщо прилаштувати їй хвіст, це допоможе?

Тому потрібно звертати увагу на все, що врівноважується. Це означає, що при цьому вага розподіляється рівномірно.

Успіхів!

6. Чому можна плавати і зануритися?

Ще одна цікава наукова ідея, про яку ви, можливо, не замислювалися, - це плавання і занурення! Ви можете подумати, що плавають тільки легкі предмети, а важкі тонуть, але це не завжди так. Це дійсно залежить від форми і матеріалу. І не забувайте, що речі плавають не тільки у воді, але і в повітрі.

Спочатку візьміть 3 шматочки паперу однакового розміру. Складіть один шматок так, щоб він був якомога менше, але зробіть його плоским. Розімніть другий шматок і зробіть з нього кулю, а третій шматок залиште без змін, тобто плоским. Тепер вам потрібно, щоб хто-небудь викинув всі три предмети одночасно з висоти, наприклад, з вікна нагорі. Дивіться уважно, і ви побачите, як плоский аркуш паперу парить в повітрі.

Природа використовує ці форми для розсіювання насіння всіх рослин

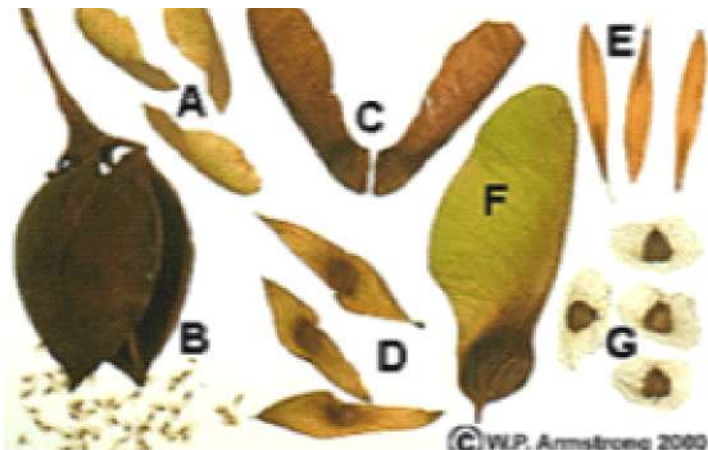


Рис. 17. Різноманітність форм насіння

і дерев - подивіться, які різні форми у насіння, яке ви знайдете восени. Нижче наведені деякі приклади (рис. 17).

Ви також можете подивитися, на якій відстані від дерева накопичуються його листя - дивно, як далеко може понести їх вітер. У деяких рослин на квіткових головках є насіння, які розносяться вітром. Насіння кульбаби виглядають як парашут, який довго пливе в повітрі.

Напевно, ви зможете зробити кілька мильних бульбашок і спостерігати, як вони літають. Наскільки високо вони забираються, перш ніж лопнуть? Ви коли-небудь бачили повітряну кулю, яку прогавили? Не дозволяйте кулям губитися, вони пластикові і забруднюють навколишнє середовище.

Інші речі, які плавають в небі, - це повітряні змії. Їх підтримує вітер. Але подивіться, як птахи піднімаються в небо, поступово забираючись все вище в сонячний день. Здається, що вони плавають на різних рівнях. Також поспостерігайте за хмарами, особливо за пухнастими хмарами в гарну погоду.

Подивися на калюжі. Іноді їх поверхня має візерунки красивих кольорів. Часто це масло, яке плаває на воді. Схоже забарвлення мають мильні бульбашки, коли парять в повітрі.

Знайдіть, що буде плавати у воді. Лід буде плавати, хоча і не завжди на поверхні води. Визначте, які предмети різних форм або іграшки плавають у відрі або тазу з водою. Як ви думаєте, чому вони плавають? Чи зможете ви зробити з паперу човен, який буде плавати по воді?

А зараз зіграємо в гру «Пухові палички», названу на честь іграшкового ведмеда на ім'я Вінні Пух, який винайшов цю гру, щоб грати зі своїм господарем. Вони пішли до невеликого струмка і зупинилися на мосту. Вони кидали в струмок невеликі палички і чекали, поки вони пропливуть під мостом, щоб побачити, чия паличка прийде першою. Спробуйте це в своїй родині. Плавають всілякі речі: палички, листя, яблука, апельсини - навіть пластмасові качки!

Спробуйте зробити картезіанського водолаза. Для цього вам знадобиться невелика пляшка, прозорий пластиковий ковпачок від ручки, трохи пластиліну і води.

В першу чергу потрібно наповнити пляшку водою. Тепер приліпите трохи пластиліну, який буде служити тягарцем і пробкою, на відкритий кінець ковпачка ручки. Переконайтеся, що ви закрили всі отвори і в верхній частині ковпачка, як показано на рис. 18. Це буде ваш водолаз.

Помістіть водолаза в пляшку. Якщо він відразу опускається на дно, пластилін у вас має дуже велику вагу, тому приберіть трохи пластиліну.



Вашому водолазу необхідно плавати у верхній частині пляшки. Це трохи складно, але ви впораєтеся!

Як тільки водолаз трохи випливе (рис. 19), переконайтеся, що пляшка наповнена водою до самого верху, потім закрутіть кришку.

Тепер дуже сильно

натисніть руками на стінки пляшки, і ваш водолаз опуститься на дно (рис. 20). Коли ви відпустите руки, він знову підніметься! Дуже розумний.

Ви можете здогадатися, чому?

Ну, це трохи складно. Ви тиснете на пляшку, тим самим збільшуючи тиск всередині неї, і при цьому зменшується об'єм повітря



Рис. 19. «Водолаз» піднявся на поверхню води



Рис. 20. «Водолаз» опустився на дно

всередині ковпачка. Тоді ваш водолаз стає важче, тому він тоне. Коли ви перестаете стискати пляшку, тиск на повітря в ковпачку знижується, так що воно може знову поширитися в колишній об'єм, і водолаз стає легше, тому він піднімається вгору в пляшці.

Якщо ви пошукаєте в Інтернеті, ви підберете ковпачок, схожий на справжнього водолаза.

Отримуйте задоволення і насолоджуйтеся своєю наукою!

ЕКОЛОГІЧНІ STEM-ПРОЕКТИ ДЛЯ ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ОСВІТНІМИ ПОТРЕБАМИ

Тетяна Тихомирова
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

1. Визначення основних понять

STEM - (Science, Technology, Engineering and Mathematics) – наука, технології, інженерія, математика. Цим терміном традиційно окреслюють підхід до освітнього процесу, відповідно до якого основою набуття знань є проста та доступна візуалізація наукових явищ, що дає змогу легко охопити і здобути знання на основі практики та глибокого розуміння процесів. Акронім STEM був запропонований в 2001 році для позначення революційного тренду в освітній та професійній сферах. STEM-освіта не лише спрямовує увагу на природничо-науковий компонент навчання та інноваційні технології, але й активно розвиває творчу складову особистості та критичне мислення

Проект - це певний захід (або процес) з чітко визначеними термінами, мета якого – створити унікальний продукт або отримати певні інноваційні результати. Нестандартні, але важливі елементи екологічних проектів у школі наведені на рис. 1.

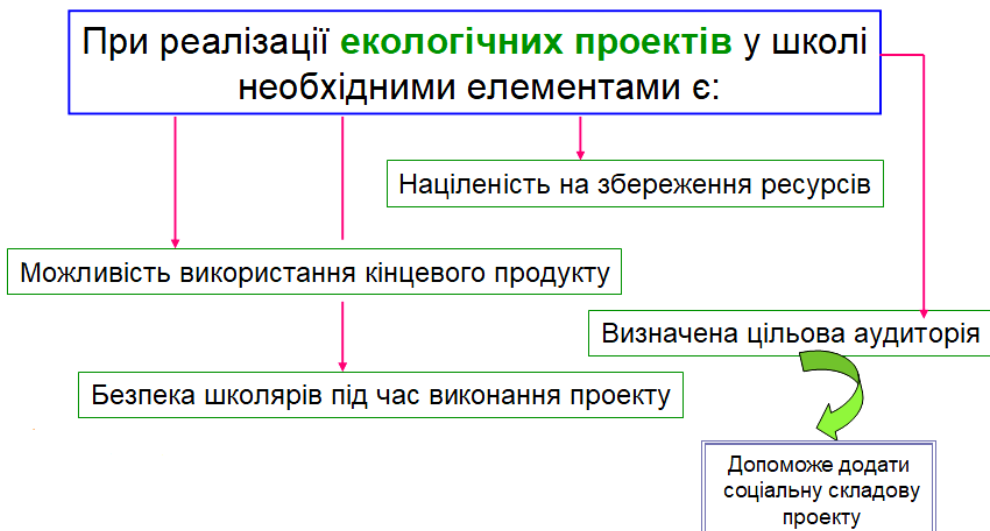


Рис. 1. Елементи екологічних проектів

Апсайклінг – це перетворення відходів (сміття) в цікаві предмети побуту, модний одяг та аксесуари, предмети декору та багато чого іншого. Такий напрямок не потребує якихось величезних витрат та переробки матеріалу, адже основний матеріал – непотрібна річ, яку можна використати за новим призначенням.

2. Реалізація компетентнісного підходу при впровадженні екологічної STEM-освіти

Формування базових компетентностей під час всього навчання у школі є запорукою успішності майбутніх випускників. При вивченні базових шкільних дисциплін діти, в тому числі з особливими освітніми потребами, мають змогу оволодіти цифровими (інформаційними), науковими, підприємницькими та загальнокультурними компетентностями. Соціальна компетентність, яка є найважливішою для соціалізації людини, найчастіше зводиться до роботи у групі під час виконання певних завдань.

STEM-проекти у стилі апсайклінг дозволяють значно розширити соціальну компетентність школярів через наступне:

- цілеспрямована довготривала робота у групі, яка починається з пошуку матеріалу та аналізу наявних предметів для подальшого виконання проекту;
- прояв ініціативи – за тривалий час співпраці обов'язково знайдеться лідер, який буде задавати вектор співпраці та спілкуватися з вчителем;
- спільна мета та спільний підхід до реалізації проекту – усі STEM-проекти необхідно грамотно представити та презентувати;
- вирішення конфліктних ситуацій як всередині групи, так й при впровадженні результатів свого проекту;
- проєкція екологічного підходу на майбутні проекти з інших дисциплін.

Зауважимо, що саме екологічні STEM-проекти є найлегшими та найдешевшими для впровадження у закладах освіти, де навчаються діти з особливими освітніми потребами. Вони можуть стати першою сходинкою при розробці концепції STEM-освіти саме у спеціалізованих закладах.

3. Вимоги до учасників екологічних STEM-проектів

Наведені нижче екологічні STEM-проекти із застосуванням концепції апсайклінгу розраховані на дітей з особливими освітніми потребами, які навчаються у спеціалізованих закладах освіти та відповідають критерію «соціалізовані діти». Також всі ці проекти можуть бути реалізовані у звичайних освітніх закладах, де є інклюзивні класи чи окремі інклюзивні учасники освітнього проекту. До проектів можуть залучатися:

- діти з вадами зору, в тому числі з 100% втратою зору
- діти з вадами слуху, в тому числі з 100% втратою слуху
- діти з розладами аутичного спектру
- діти з різним ступенем ментальної інвалідності
- діти з порушенням опорно-рухового апарату, у яких збережена певна мобільність рук

Мінімальні вимоги до вмінь дрібної моторики, які необхідні для учасників екологічних STEM-проектів, які будуть описані нижче:

- вміння працювати з ножицями
- вміння розрізняти геометричні форми
- вміння відміряти необхідні розміри за допомогою лінійки
- вміння розрізняти кольори (у випадку 100% порушення зору це вміння не потрібно)
- вміння працювати з голкою та нитками

Зауважимо, що всі ці вміння будуть розвинені при виконанні описаних екологічних STEM-проектів.

4. STEM-проект «Шкатулка з CD дисків»

Цільова аудиторія таких виробів (ті, кому вони можуть стати у нагоді) – батьки, одинокі пенсіонери, вчителі, багатодітні родини.

Призначення виробу – зберігання дрібних речей – прикрас, заколок, приладдя для шиття та ін.

Необхідні матеріали для одного виробу:

- 1) Вживані CD-диски- 2 шт
- 2) Фоаміран або картон двосторонній (різні кольори) – 7 аркушів розміру А4
- 3) Клей-пістолет або двостороння клейка стрічка
- 4) Гудзики, залишки мережива, стрічки атласні, декоративні камінці, пайетки, бусинки, великий бісер.

Етапи виконання проект:

- 1 етап: оголосити збір необхідних матеріалів
- 2 етап: визначити цільову аудиторію
- 3 етап: виготовлення шкатулок.

Послідовність виконання наступна:

а) обвести та вирізати з паперу або фоамірану 4 кола за розміром CD-дисків. Наклеїти їх на диски за допомогою клейового пістолету або двосторонньої клейкої стрічки. Увага: обирайте безпечний спосіб склеювання, виходячи з можливостей здібностей вашої групи дітей.

б) зробити заготовки стрічок для стінок. Ширина стрічки до 10 см, довжина 20-25 см. Відхилення у 5 см не критичні, але усі стрічки для стінок повинні бути одного розміру для однієї шкатулки.

в) згорнути стрічки для стінок у трубочки, склеїти кінцівки та приклеїти на дно шкатулки по колу. Зазвичай необхідно приблизно 20 трубочок.

г) прикрасити кришку шкатулки різними елементами декору

4 етап: передати виготовлені шкатулки цільовій аудиторії. Оформити звіт про проект, де вказати кількість виготовлених шкатулок, емоції від отримання таких подарунків, фотозвіт про використання шкатулок, описати набуті школярами навички.

На рис. 2 наведені приклади виконаних шкатулок (за участі дітей з особливими освітніми потребами на базі простору «Арсенал ідей Україна» у м. Харків, НТУ «ХП»).



Рис. 2. Приклади готових виробів «Шкатулка з CD дисків»

5. STEM-проект «Блокноти»

Цільова аудиторія таких виробів (ті, кому вони можуть стати у нагоді) – діти молодшого шкільного віку, діти з багатодітних родин, однокласники, вчителі.

Даний проект може бути присвячений будь-якому святу, але якщо цільова аудиторія – вчителі, то найкраще присвятити до Дня робітника освіти.

Призначення виробу – занотування важливої інформації, малювання. Необхідні матеріали для одного виробу (рис. 3):

- 1) Невикористані аркуші з шкільних зошитів у клітинку або лінію – 10-20 аркушів
- 2) Різнокольоровий картон
- 3) Клей-пістолет або двостороння клейка стрічка
- 4) Залишки тканини, гудзики, залишки мережива, стрічки атласні, декоративні камінці, пайетки, бусинки, великий бісер

Етапи виконання проекту:

1 етап: оголосити збір необхідних матеріалів

2 етап: визначити цільову аудиторію

3 етап: виготовлення блокнотів. Послідовність виконання наступна:

а) скласти 10-15 аркушів з зошитів разом, відрізати поля, скласти їх навпіл та скріпити як зошит посередині за допомогою голки та нитки. Це внутрішня основа блокноту

б) вирізати обкладинку з картону

в) вирізати обкладинку з тканини, з'єднати з картонною обкладинкою

г) вирізати з клаптиків тканини різних тварин чи квіти, оздобити та наклеїти на обкладинку

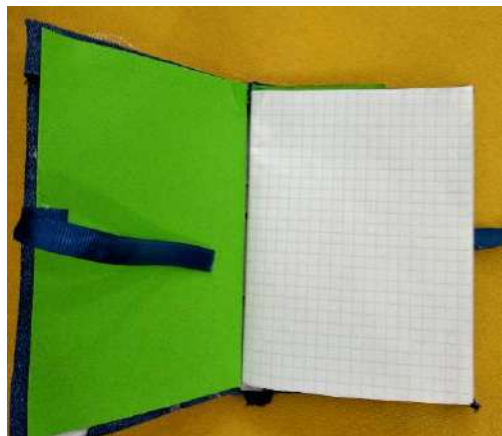


Рис. 3. Приклад блокноту з обкладинкою

д) з'єднати обкладинку з заготовкою з аркушів.

4 етап: передати виготовлені блокноти цільовій аудиторії. Оформити звіт про проект, де вказати кількість виготовлених блокнотів, порівняти їх вартість з ринковою вартістю та навести економічну вигоду від проекту, фотозвіт про використання блокнотів, описати набуті школярами навички.

На рис. 4 наведені приклади виконаних блокнотів за участі дітей

з особливими освітніми потребами на базі простору «Арсенал ідей Україна» у м. Харків, НТУ «ХПІ» та на базі КЗ «Харківська спеціальна школа №5» (колишній інтернат глухих).



Рис. 4. Приклад виконання блокнотів з залишків зошитів та тканини

6. STEM-проект «Букети з гудзиків»

Цільова аудиторія таких виробів (ті, кому вони можуть стати у нагоді) – матусі, вчителі.

Даний проект найзручніше присвячувати Міжнародному жіночому дню або Дню матері.

Призначення виробу – декоративний елемент інтер'єру.

Необхідні матеріали для одного виробу:

- 1) старі та непотрібні гудзики – 30-50 штук

- 2) дріт для плетіння бісером діаметром 0,5 чи 0,7 мм -10 метрів
- 3) папір крафтовий або гофропапір – 0,2 стандартного аркуша
- 4) бісер
- 5) атласні або нейлонові стрічки – 0,5 м

Етапи виконання проекту:

1 етап: розповісти школярам історію гудзиків, проблему їх потрапляння на смітники разом зі старим одягом.

2 етап: запропонувати школярам пошукати вдома непотрібні гудзики, за можливості спитати у батьків (а радше бабусь та дідусів) про історію найцікавіших гудзиків – з якого вони одягу залишилися, чи використовували їх ще раз.

3 етап: визначити цільову аудиторію

4 етап: виготовлення букетів. Послідовність виконання наступна:

а) зробити індивідуальні квіти, з яких потім буде збиратися букет. Їх виконують, нанизуючи гудзики на проволочку за принципом піраміди – від більшого діаметру до меншого. Зазвичай достатньо три – чотири гудзика, на верхівку останнього можна надіти жовтий бісер, що буде імітувати серединку квітки. Приклад наведено на рис.5.



Рис. 5. Приклад виконання індивідуальної квітки з гудзиків для букету

б) за принципом колоподібного складання букету скласти з індивідуальних квітів невеликий букет. Обов'язково зафіксувати внизу проволочкою ніжки букету після складання.

в) з гофропаперу або крафтового паперу зробити обгортку для букету.

5 етап: передати виготовлені букети цільовій аудиторії. Оформити звіт про проект, де вказати кількість виготовлених букетів, порівняти їх вартість з ринковою вартістю композицій з живих квітів та навести економічну вигоду від проекту, описати набуті школярами навички.

На рис. 6 наведені приклади виконаних букетів за участі дітей з особливими освітніми потребами на базі простору «Арсенал ідей Україна» у м. Харків, НТУ «ХП».



Рис. 6. Букети з вживаних ґудзиків

7. STEM-проект «Ялинкові прикраси в стилі еко»

Цільова аудиторія – шкільна спільнота, кризові родини, самотні люди похилого віку.

Призначення виробів – прикраси на ялинку. У цьому STEM-проекті можливо виготовлення декількох типів прикрас: «Зірка», «Шар», «Сніговик з лампочки».

Етапи виконання усього проекту наступні:

1 етап: розповісти школярам історію та традиції прикрашання ялинки, вартість сучасних ялинкових прикрас та їх недовговічність та неможливість подальшого використання.

2 етап: зібрати необхідні для виготовлення прикрас матеріали. Особливу увагу заздалегідь слід привернути для вживаних лампочок – підходять скляні та сучасні світлодіодні. Повідомте учням про необхідність збору таких лампочок вдома впродовж осіннього навчального семестру.

3 етап: визначити цільову аудиторію, домовитися з адміністрацією школи про використання для новорічного оформлення вашого класу чи

всієї школи тільки виготовлених під час проекту прикрас.

4 етап: виготовлення прикрас.

5 етап: передати виготовлені прикраси цільовій аудиторії чи розвісити у приміщенні школи. Оформити звіт про проект, де вказати кількість виготовлених прикрас, порівняти їх вартість з ринковою вартістю ялинкових та навести економічну вигоду від проекту, описати набуті школярами навички.

Необхідні матеріали для виконання ялинкової прикраси «Зірка»:

1) Фетр різнокольоровий

2) Фоаміран різнокольоровий

3) Залишки тканини, гудзики, залишки мережива, стрічки атласні, декоративні камінці, пайетки, бусинки, великий бісер.

4) Клейовий пістолет (до фетру приклеїти інший матеріал якісно можна тільки клейовим пістолетом, інші типи клейових з'єднань не підходять)

Послідовність виконання ялинкової прикраси «Зірка»:

а) з паперу вирізати заздалегідь шаблони зірок різного розміру, від 5 до 15 см у діаметрі

б) вирізати з фетру та фоамірану різні за розміром зірки, з'єднати між собою

в) прикрасити зірки тканиною, стрічками, пайетками (прикладі наведено на рис.7)



Рис. 7. Приклади оздоблення зірок в стилі апсайклінг

Необхідні матеріали для виконання ялинкової прикраси «Шар»:

1) Заготовка у вигляді шару. Це може бути старий пластиковий шар-ялинкова прикраса або спеціальна основа з пенопласту

2) Клаптики тканини типу органза, сітка, тюль, шифон

- 3) Клаптики тканини типу трикотаж, біфлекс, стреч-сатин
- 4) Гудзики, залишки мережива, стрічки атласні, декоративні камінці, пайетки, бусинки, великий бісер

5) Клейовий пістолет

Послідовність виконання ялинкової прикраси «Шар»:

а) Закріпити обраний клаптик тканини знизу заготовки шару
 б) Зібрати наверх тканину, красиво розправити складки тканини, зав'язати наверху та відразу приклеїти стрічку для майбутнього підвішування

в) Оздобити шарики пайетками, камінцями, квітами з тканини (приклади декорування наведені на рис.8)



Рис. 8. Приклади виконання ялинкових прикрас «Шар» з використанням залишків тканини та оздоблювального матеріалу

Необхідні матеріали для виконання ялинкової прикраси «Сніговик»:

1) Вживані лампочки. Увага: віддавайте перевагу світлодіодним лампам, вони не б'ються, оскільки корпус в них виготовлено з пластику, а патрон – з кераміки. Ні в якому разі не використовуйте енергозберігаючі лампи – вони небезпечні. Скляні лампи розжарювання використовувати можна, але якщо усі учасники проекту здатні обережно поводитися з лампочками.

2) Акрилові фарби. Їх можна спитати в дітей та батьків - вони часто залишаються від наборів для творчості «картина за номерами»

3) Старі (але чисті) дитячі шкарпетки

4) Фетр

5) Клейовий пістолет

6) Гудзики, залишки мережива, стрічки атласні, декоративні камінці, пайетки, бусинки, великий бісер

7) Кісточки для фарб

Послідовність виконання ялинкової прикраси «Сніговик»:

а) нанести перший шар фарби на поверхню лампочки. Зазвичай це біла фарба. Увага: якщо ви хочете провести основні роботи з виготовлення сніговика за 45-60 хвилин, то перший шар радимо нанести заздалегідь, щоб фарба встигла добре підсохнути. Середній час висихання акрилової фарби – 20 хвилин

б) намалювати очі сніговику

в) з шкарпеток зробити шапочку та приклеїти її на ту частину лампочки, яка була патроном.

г) з фетру чи шкарпеток вирізати шарф для сніговика та приклеїти його

д) прикрасити шапку та шарф пайетками, бусинками чи бісером, наклеїти гудзики під шарфом (готові вироби наведені на рис. 9)



Рис. 9. Приклади виконання ялинкових прикрас «Сніговик»

Усі приклади на рис. 7-9 – це результати проведення майстер-класів для дітей з особливими освітніми потребами із залученням студентів НТУ «ХП».

Зауважимо, що з лампочок можна також виготовити пінгвінів чи інших тварин.

З розписаних лампочок можна зібрати декоративну гірлянду для стіни або стелі.

ІНЖЕНЕРІЯ ДЛЯ ШКОЛЯРІВ: МЕХАНІЧНІ БАЛАНСИРИ ТА ЕЛЕКТРИКА НА ПАПЕРІ

*Ольга Андреева, Олександр Андреев
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Вступ

Пізнавати закони природи дітям молодшого та середнього шкільного віку набагато легше під час створення власних наочних інженерних проєктів. Це дозволяє не лише поступово сформулювати базові поняття основних фізичних явищ, а й викликати зацікавлення у дитині та сприяти подальшому розвитку її творчого та наукового потенціалу. Для досягнення зазначених цілей в нагоді стануть прості досліди та експерименти, які дитина будь-якого шкільного віку зможе самостійно відтворити з доступних матеріалів. Незважаючи на відносну простоту наведених проєктів, вони мають глибоке наукове підґрунтя. Всі проєкти в цьому розділі є пропедевтичними та сприяють розвиненню дрібної моторики та вміння працювати руками.

1. Вивчаємо механічну рівновагу

1.1. Досліди на рівновагу

1.1.1. Шукаємо центр мас тіла

Комплектуючі: два олівці (не гладенькі), лінійка (довжиною понад 25 см).

Дослідження та їх пояснення:

Олівці розташуйте по краях лінійки (рис. 1а). Зведіть олівці до купи. Під час зведення обидва олівці рухаються по черзі та зустрічаються посередині лінійки (рис. 1б) – це є положення центру мас лінійки. В цьому можна переконатись, поглянувши на поділки лінійки.

Доцільно пояснити дітям, що людина також має власний центр мас, який з віком змінює своє положення (рис. 2). Доречи, під час виконання

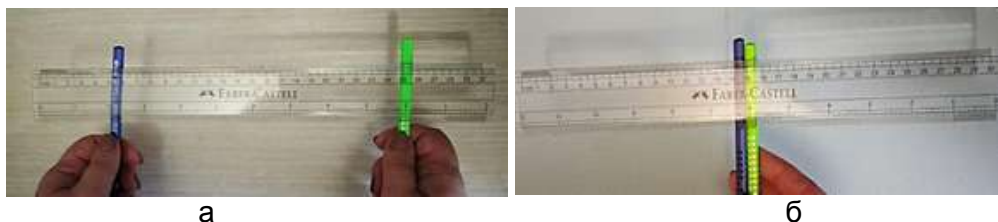


Рис. 1. Пошук центру мас лінійки

різних фізичних вправ та, навіть, при звичайній ходьбі центр мас людини змінює своє положення. Вивченням таких змін займається біомеханіка.

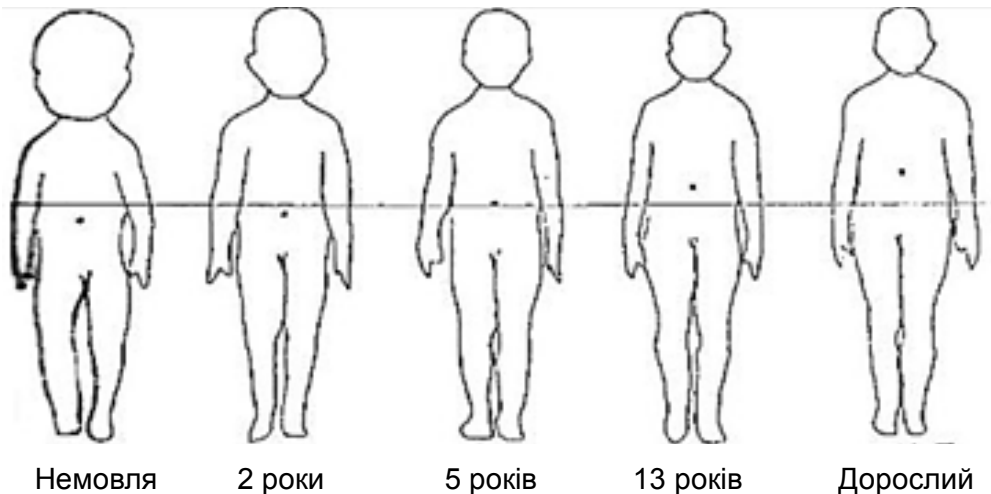


Рис. 2. Зміна положення центру мас людини з віком

1.1.2. Власні терези

Комплектуючі: пластилін (півпластинки), лінійка довжиною понад 25 см та циліндр (або внутрішня частина від кіндер сюрпризу), монетки (різної ваги).

Алгоритм створення:

1. З пластиліну зробіть плоский прямокутник та покладіть його на стіл. Зверху на пластиліні закріпити циліндр (рис. 3а). Пластилін не дозволить циліндру покотитися;

2. На циліндр зверху покладіть лінійку. Знайдіть таке положення лінійки, в якому вона б перебувала у стані рівноваги – терези готові (рис. 3б);

Дослідження та їх пояснення:

1. Візьміть дві однакові монетки. Спочатку покладіть одну монетку ближче до краю лінійки – терези нахилилися, бо порушено рівновагу. Знайдіть таке положення для другої монетки з іншого боку лінійки, щоб терези повернулись до стану рівноваги (рис. 3в).

2. Не прибираючи монетки з терезів, візьміть ще одну монетку та покладіть її зверху на монетку – терези нахилилися. Знайдіть таке розташування цих подвійних монеток, в якому терези перебуватимуть у стані рівноваги (рис. 3г). Бачимо, що подвійні монетки необхідно розташувати ближче до опори.

3. Заберіть всі монетки з терезів. Візьміть три монетки та розташуйте їх на певній відстані від опори. За допомогою четвертої монетки врівноважте терези.

Пояснення: механічна рівновага для тягарців (монеток) різної маси спостерігається за умови, коли їх моменти сили відносно опори однакові.

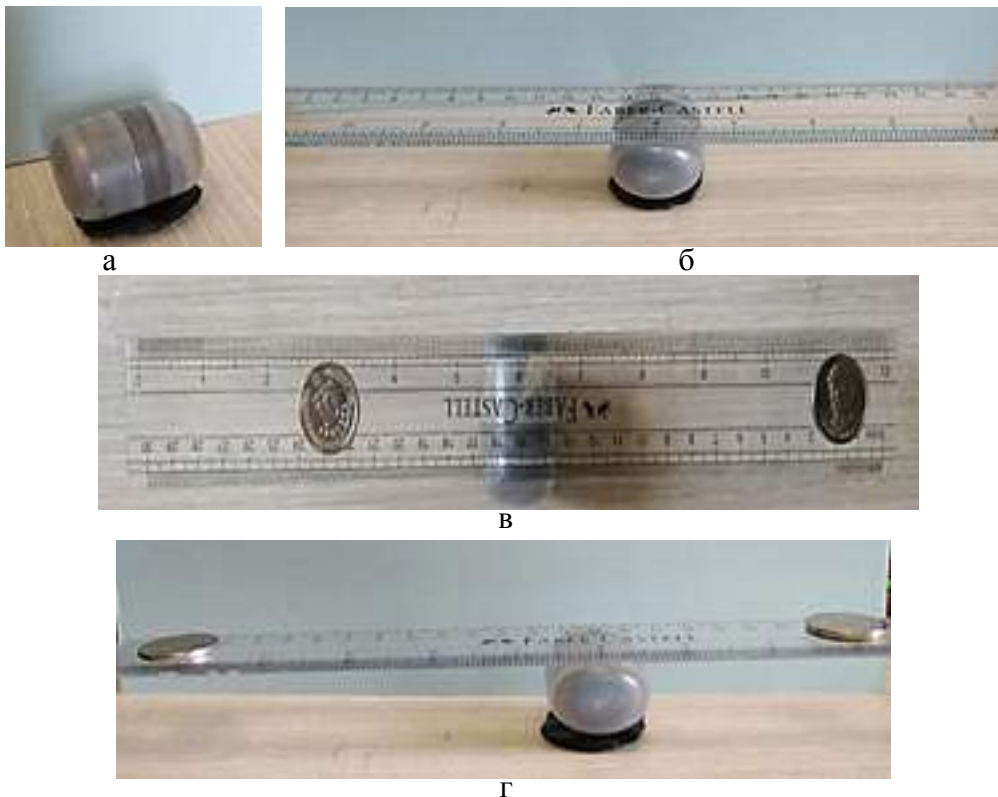


Рис. 3. Власні терези

1.1.3. Втримай лінійку

Комплектуючі: лінійка, довжиною понад 25 см.

Дослідження та їх пояснення:

1. Зведіть до кути два вказівні пальці та покладіть на них лінійку так, щоб вона була у стані рівноваги;
2. Розведіть пальці на кінці лінійки. Запропонуйте дітям пояснити, чому розведеними пальцями легше тримати лінійку.

Пояснення: розводячи пальці, ми змінюємо відстань від центру мас тіла до опор. Якщо відбудеться порушення рівноваги, то відносно тієї опори, на яку ще спирається лінійка, виникне момент сили, обумовлений вагою лінійки та направлений протилежно зовнішньому моменту, який порушив рівновагу.

3. Знову зведіть пальці до купи та натисніть на один з кінців лінійки – рівновагу втрачено, оскільки не існує протидії зовнішньому моменту сил.

Дослідити, як необхідно змінити зусилля для того, щоб лінійка втратила рівновагу при різних точках прикладання сили (на різній відстані від опори). Такий саме дослід можна провести зі звичайними дверима на навісах.

Доцільно навести різні приклади прояву цього явища з повсякденного життя: тримання віника під час прибирання, штовхання візка на одному колесі і інші.

1.1.4. Досліди в транспорті (дитина проводить разом з батьками)

Комплектуючі: пасажирський транспорт, в якому дитина зможе стояти.

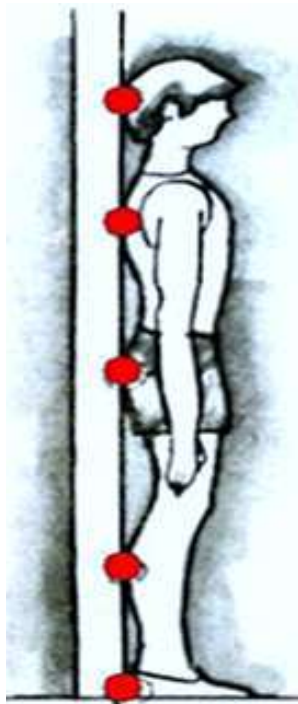
Дослідження та їх пояснення:

1. Займіть таке положення, щоб мати змогу спостерігати за дорогою крізь бокове вікно. Зведіть ноги до купи. Прослідкуйте, чи легко втримати рівновагу, коли транспорт наближається до зупинки. Проведіть такий саме дослід, розташувавши ноги на ширині пліч.

Пояснення: розставляючи ноги, ми збільшуємо площу власної опори, внаслідок чого рівновагу тримати значно простіше.

2. А тепер необхідно встати обличчям вперед за напрямом руху транспорту. Також прослідкуй, як змінюється положення власного тіла, коли транспорт змінює швидкість.

Пояснення: внаслідок зміни швидкості транспорту людина відчуває дію сили інерції, тому центр мас людини відхиляється від свого положення. Якщо вертикальна пряма, яка проходить крізь тіло, перетинає площу опори, то людина не втрачає рівновагу, а якщо не перетинає - людина втрачає рівновагу і може впасти.



1.1.5. Дослід зі стінкою

Комплектуючі: вільна стіна будівлі .

Дослідження та їх пояснення:

1. Встаньте прямо так, щоби п'ятки, спина та голова упиралися в стінку (рис. 4). Спробуйте нахилитися вперед від талії та доторкнутися до пальців ніг. При цьому п'ятки та сідниці мають впиратися у стінку. Будьте обережні! Можна впасти.

Рис. 4. Початкове положення тіла

Пояснення: під час нахилу центр мас людини відхиляється від вертикальної лінії, яка проходить крізь опору – ноги, і людина поступово втрачає рівновагу.

1.2. Власноруч створені балансуючі іграшки

1.2.1. Балансир «Гвинтик»

Комплектуючі: гвинтик або саморіз (довжиною не менше 7 см), м'який мідний дріт (15 см), дві масивні металеві гайки.

Алгоритм створення:

1. Знайдіть центр дроту та намотайте його на саморіз, зробивши три оберти. При правильному намотуванні з обох боків від саморізу має залишитися дріт однакової довжини. Намотувати треба не щільно, щоб можна було пересувати дріт по саморізу при його обертанні;

2. На обох кінцях дроту розмістити та закріпити гайки;

3. Розташуйте балансир на вказівному пальці, поставивши його на саморіз. Знайдіть таке розташування тягарців, в якому балансир перебуватиме в вертикальному (рис. 5а) або горизонтальному положенні (рис. 5б).

Пояснення: змінюючи положення гайок, змінюємо розташування центра мас «Гвинтика». Коли центр мас конструкції розташується під опорою, то балансир опиниться у вертикальному положенні, а коли точка опори та гайки знаходяться на одній лінії – балансир переходить в



а



б

Рис.5. Балансир «Гвинтик»

горизонтальне положення. Якщо поштовхом нахилити балансир, то його центр мас підніметься і з'явиться додатковий момент сили, який поверне «Гвинтика» до положення стійкої рівноваги.

1.2.2. Балансир «Метелик»

Комплектуючі: роздруківка метелика (формат А-5, метелик симетричний, форма крил особливого значення не має), картон (формат А-5), дві металеві шайби, канцелярська скріпка, канцелярський клей, термопістолет.

Алгоритм створення:

1. Наклейте роздруківку (рис. 6а) на картон. Виріжте по контуру метелика та розфарбуйте;

2. Візьміть скріпку та розігніть її, як показано на рис. 6б – це «хобот» метелика. Закріпіть скріпку «хоботом» вгору (рис. 6б). Приклейте «хобот» зі зворотного боку метелика термоклеєм (рис. 6в);

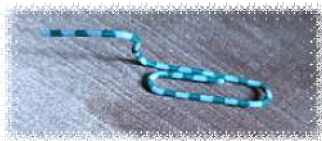
3. Переверніть метелика. На верхніх крилах за допомогою термоклею зафіксуйте тягарці (шайби) (рис. 6г);

4. Покладіть метелика на пальчик, поклавши його на «хобот». Спостерігайте, як балансує метелик (рис. 6д).

Пояснення: коли приклеюємо до крилець метелика шайби, ми врівноважуємо конструкцію і робимо її схожою на «Гвинтик» на рис.5б.



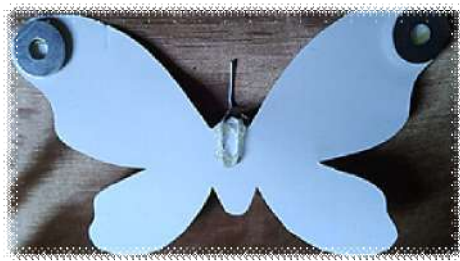
а



б



в



г



д

Рис. 6. Балансир «Метелик»

1.2.3. Балансир «Крокодил»

Комплектуючі: роздруківка тваринки (формат А-5, бажано з розставленими нижніми лапами), картон (формат А-5), три бамбукові палички, 1 пластинка звичайного пластиліну, термопістолет, бокорізи.

Алгоритм створення:

1. Наклейте роздруківку (рис. 7а) на картон. Виріжте по контуру крокодила;
2. Пластин розділіть навпіл. Зліпіть дві однакові кульки;
3. Переверніть крокодила. Наклейте шпажку, так щоб вона (шпажка) проходила крізь лапу, на якій стоїть тваринка (рис. 7б);
4. До іншої лапи крокодила приклейте шпажку так, щоб вона впиралася у вже приклеєну шпажку;
5. Приклейте третю шпажку, розташувавши її симетрично відносно попередньої (рис. 7в);

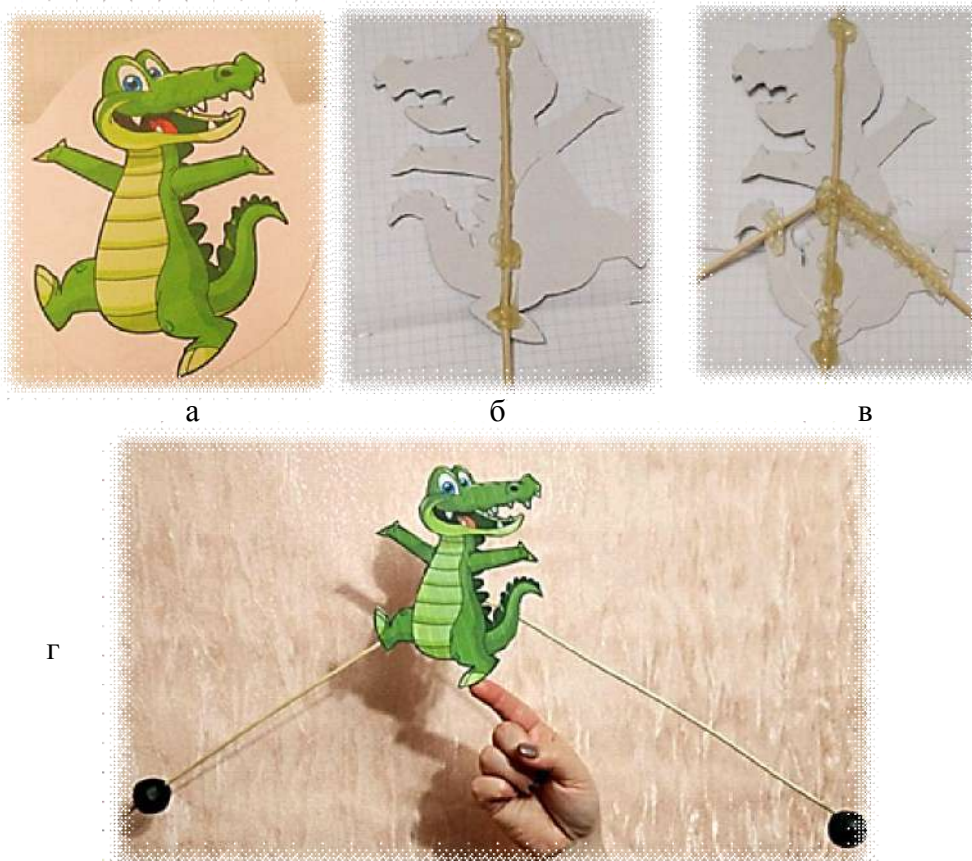


Рис. 7. Балансир «Крокодил»

6. На кінці бокових шпажок «надіньте» пластилінові кульки;

7. Знайти таку довжину середньої шпажки та положення пластилінових кульок, при яких крокодил балансує в вертикальному положенні. Зайве відкусити за допомогою бокорізів. Відкушувати треба поступово, бо можна отримати замість вертикального горизонтальне положення балансиру з нахилом «обличчям донизу»;

Поставте тваринку на вказівний пальчик на коротку шпажку (рис. 7г). Дослідить, як впливає зміна положення пластилінових кульок на положення в просторі тваринки.

Пояснення: змінюючи положення пластилінових кульок, змінюємо розташування положення центру мас відносно опори. При порушенні рівноваги виникає сила, яка повертає центр мас балансира в початкове положення рівноваги, оскільки центр мас при порушенні рівноваги підіймається.

1.2.4. Балансир «Дельфін»

Комплектуючі: роздруківка дельфіна (формат А-5), бокорізи, близько 1 м'якого мідного дроту діаметром не менше 1,5 мм, тягарець (гайка або декілька великих шайб).

Алгоритм створення:

1. Візьміть роздруківку дельфіна (рис. 8а);
2. Візьміть 55 см дроту та, вигинаючи його, зробіть контур дельфіна (рис. 8б);
3. Окремо вигніть око дельфіна (необхідно до 7см дроту) та верхній плавник (необхідно до 10см дроту) (рис. 8в);
4. Закрийте око та верхній плавник на дельфіні (рис. 8г);
5. Візьміть 20 см дроту та зробіть й закріпіть нижні плавники (рис. 8д);
6. За нижніми плавниками закріпіть близько 25 см дроту. На іншому кінці дроту розташуйте тягарець (гайку);
7. Поставте дельфіна на нижніх плавниках на пальчик, змінюючи конфігурацію дроту з тягарцем, знайдіть положення стійкої рівноваги (рис. 8е). Поштовхом виведіть дельфіна з початкового положення, і він, гойдаючись, буде повертатися в положення рівноваги.

Пояснення: додатковий дріт з тягарцем визначають положення центра мас всієї конструкції, який повинен знаходитися під опорою та на одній вертикальній лінії з нею. Під час порушення рівноваги центр мас дротяного балансиру підіймається, тому плече і, відповідно, момент гравітаційної сили відносно опори (осі обертання) буде відрізнятись від нуля. Цей момент протилежний моменту зовнішніх сил, які порушили рівновагу, що призводить до повернення дельфіна у первинне положення рівноваги.

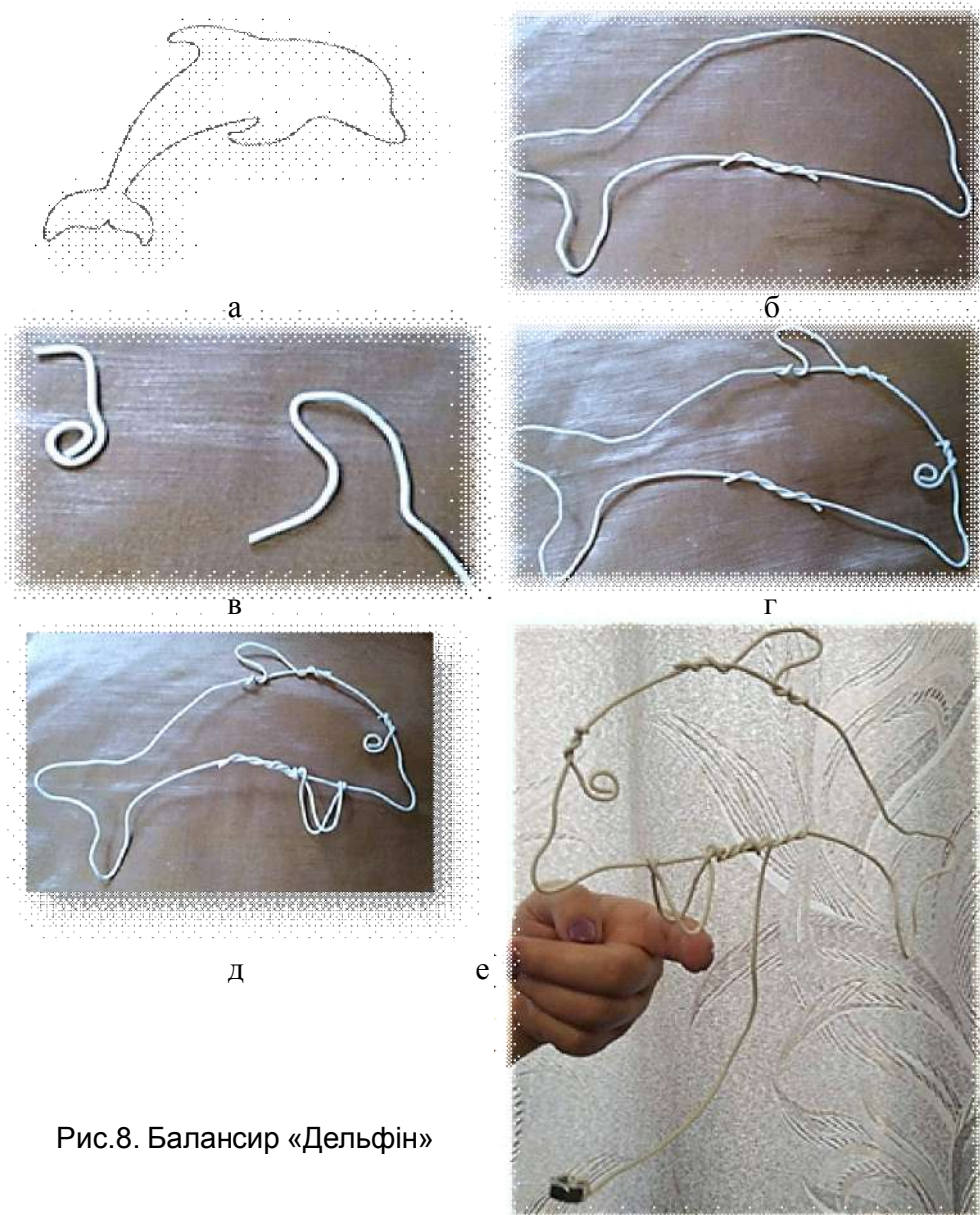


Рис.8. Балансир «Дельфін»

1.2.5. Балансир «Черепашка»

Комплектуючі: два CD-диски, блок, мікро мотор сталого струму, 9В гальванічний елемент (батарея «Крона»), роз'єм живлення для крони, термоусадка або електроізоляційна стрічка, 6 паличок для морозива, термопістолет, бокорізи, наждачний дрібнозернистий папір, очі для іграшок.

Алгоритм створення:

1. 2 CD-диски склейте між собою за допомогою термоклею;
2. Приклейте блок до дисків, так щоб центральний отвір блоку знаходився навпроти отворів в дисках (рис. 9а);
3. Поєднайте дроти від мотору та роз'єму живлення крони, дотримуючись полярності (червоний до червоного, чорний до чорного). Місця з'єднання ізолюйте термоусадкою або електроізоляційною стрічкою;
4. На мотор приклейте дві палички для морозива так, щоб вони сходились до купи в верхній частині мотору. З іншого боку від мотору приклеїти крону (рис. 9б);
5. Розмістіть черепашку поблизу краю столу так, щоб частина паличок була за столом. Візьміть олівець та намалюйте горизонтальну лінію на паличках (зайве відкусіть бокорізами). Отримали ніжки черепашки;
6. Надіньте на блок з дисками створену конструкцію. В тому місці, де сходяться палички, на мотор приклейте вертикально паличку для морозива – тулуб черепашки (рис. 9в);
7. Приклейте горизонтально дві палички з обох боків від тулуба (рис. 9г);
8. Від палички відкусіть шматочок довжиною 4 см та за допомогою наждачного паперу закругліть паличку з обох кінців. Отриману деталь приклейте вгорі до тулуба черепашки, розташувавши горизонтально. Створили голову черепашки (рис. 9д). На голову наклейте очі або намалюйте їх (рис. 9е);
9. Спробуйте поставити черепашку на ніжки. Не вийшло. Отже, стійка рівновага черепашки не можлива? Увімкніть черепашку, надівши роз'єм живлення на крону. Дайте дискам добре розкрутитися та поставте черепашку на ніжки. Вона стоїть та ще й рухається. Доцільно навести дітям приклад їзди на велосипеді. Коли ми крутимо педалі, нам легше втримати рівновагу, а коли ні – дуже складно.

Пояснення: балансир працює за рахунок гіроскопічного ефекту, який ґрунтується на законі збереження моменту імпульсу. Коли частота обертання дисків стає максимальною, диски можна вважати легким гіроскопом, який намагається втримати орієнтацію осі обертання в просторі внаслідок закону збереження моменту імпульсу. Оскільки на цей гіроскоп діють сили, зокрема сила тяжіння, спрямована вертикально донизу, то вісь гіроскопа (вісь обертання) буде відхилятися не в бік діє сили, а в бік дії моменту сил (гіроскопічний ефект). Завдяки цьому черепашка залишається в майже вертикальному положенні. Через не зовсім однорідний розподіл

мас в дисках (не однакова кількість клею) виникають биття, яке в купі з тертям ніжок черепашки о стіл призводять до її пересування.

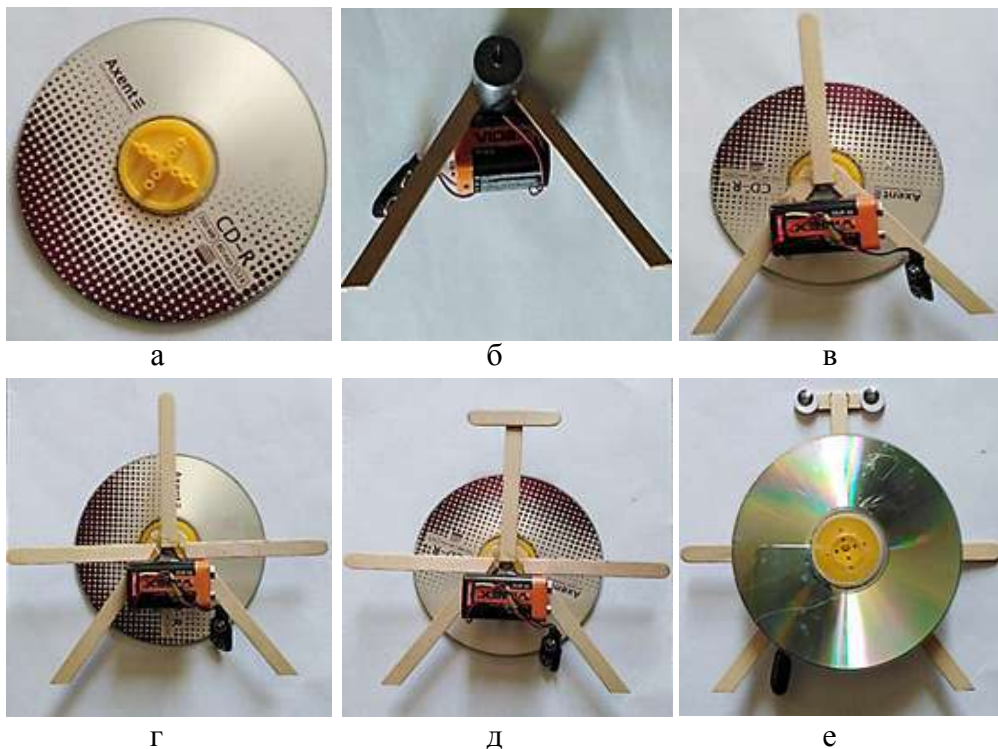


Рис. 9. Балансир «Черепашка»

2. Електрика на папері

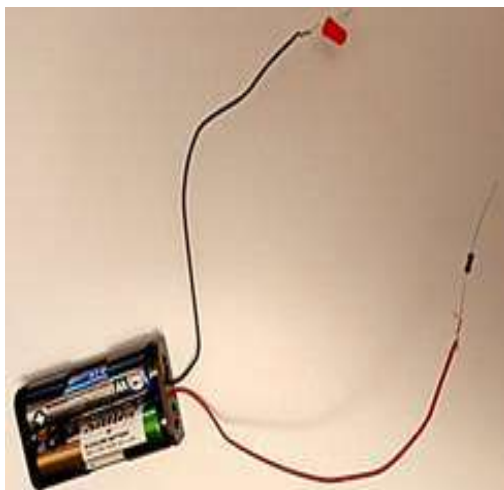


Рис. 10. Прилад для перевірки

Заздалегідь варто підготувати різноманітні електричні схеми (роздруковки схем) та компоненти схеми. Окрім цього необхідно зробити разом з дітьми простий прилад для перевірки наявності напруги на різних однорідних ділянках електричного кола. Цей прилад складається з холдера на дві батарейки типу АА, резистора ($R = 100 \text{ Ом}$), світлодіоду та батарейок (рис. 10). При використанні приладу необхідно зі

схеми забрати батарейку. Якщо на ділянці кола є струм, то світлодіод на пристрої горить.

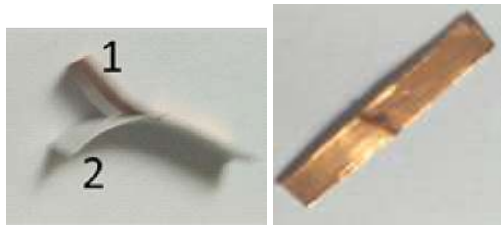


Рис. 11. Струмopрoвідний мідний скотч

Побудування електричного кола відбувається наступним чином. Відрізаємо кусочок мідного струмопoвідного скотчу необхідної довжини. Один бік скотчу – липкий діелектрик, інший – мідний та проводить струм (рис. 11). Зручніше для дітей використовувати скотч завширшки не менше 5 мм. Липким

боком скотч приклеюєте на папір, на струмопoвідній частині закріплюють компоненти схеми. Наявність напруги на різних ділянках кола контролюють приладом з зумером.

Перед початком заняття дітям необхідно розказати про батарейки, різноманітні світлодіоди, резистори, ключі та дати поняття струму та сформулювати основні правила роботи зі струмопoвідним мідним скотчем.

Перш ніж приступити до роботи зі скотчем, доцільно потренуватися з дітьми створювати різні типи з'єднань: г-подібне, т-подібне та ключ. Нижче наведено алгоритм створення вказаних елементів електричного кола.

1) З'єднання г-типу.

Візьміть відрізок скотчу. Загніть його клейкою стороною донизу. Покладіть отриманий відрізок на вже наклеєну ділянку кола. Для фіксації

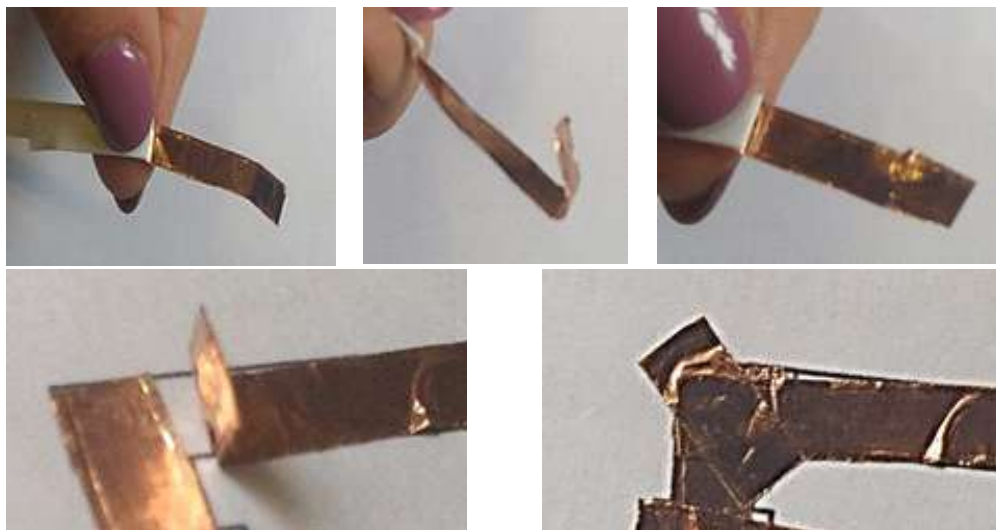


Рис. 12. Створення з'єднання г-типу

наклейте зверху невеличкий відрізок скотчу (рис. 12). З'єднання такого типу використовують для зміни напрямку електричного кола на кут 90 градусів.

2) З'єднання т-типу

Візьміть відрізок скотчу. Загніть його клейкою стороною вниз. Покладіть отриманий відрізок на вже наклеєний відрізок. Для фіксації наклеїть зверху на місце перетину невеличкий відрізок скотчу (рис. 13). Застосовують з'єднання т-типу в місцях розгалуження електричного кола.



Рис. 13. Створення з'єднання т-типу

3) Ключ для замикання та розмикання електричного кола.

Візьміть відрізок скотчу. Загніть його клейкою стороною вниз. Наклейте ключ на малюнок. Наступний відрізок скотчу наклейте таким чином, щоб при натисканні на ключ відрізки перетиналися (рис. 14).

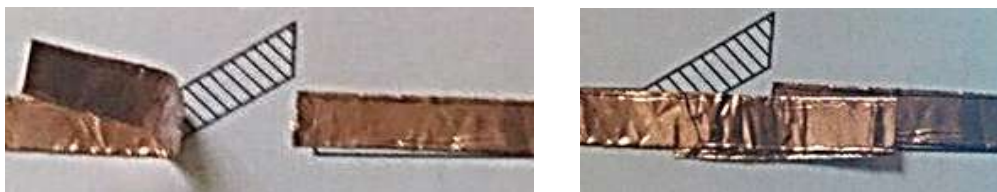


Рис. 14. Створення ключа

2.1. Схема «Перший ліхтарик».

Комплектуючі: роздруківка схеми (формат А-5), картон (формат А-5), 80 см струмопровідного скотчу, гальванічний елемент CR2032 з виводами, блимаючий трьохкольоровий світлодіод.

Алгоритм створення:

1. Візьміть роздруківку схеми (рис. 15а) та наклейте її на картон;
2. Візьміть батарейку та розігніть у неї ніжки. Полярність вказано на батарейці;
3. Поблизу місця розташування батарейки (GB) наклейте скотч. Покладіть батарейку ніжками на скотч. Полярність на схемі та у батарейки повинні співпадати. Зверху на ніжки батарейки наклейте скотч (рис. 15б);
4. Візьміть світлодіод та за допомогою іншої батарейки визначте

полярність ніжок світлодіода. Розігніть ніжки. Розмістіть світлодіод (HL) на схемі. Не переплутайте полярність. Зверху на ніжки наклеїти смужки скотчу (рис. 15в);

5. Проклейте скотчем всю схему (рис. 15г);

Замкніть ключ, натиснувши на нього пальцем. Світлодіод почне мерехтати різними кольорами (рис. 15д). Ліхтарик готовий.

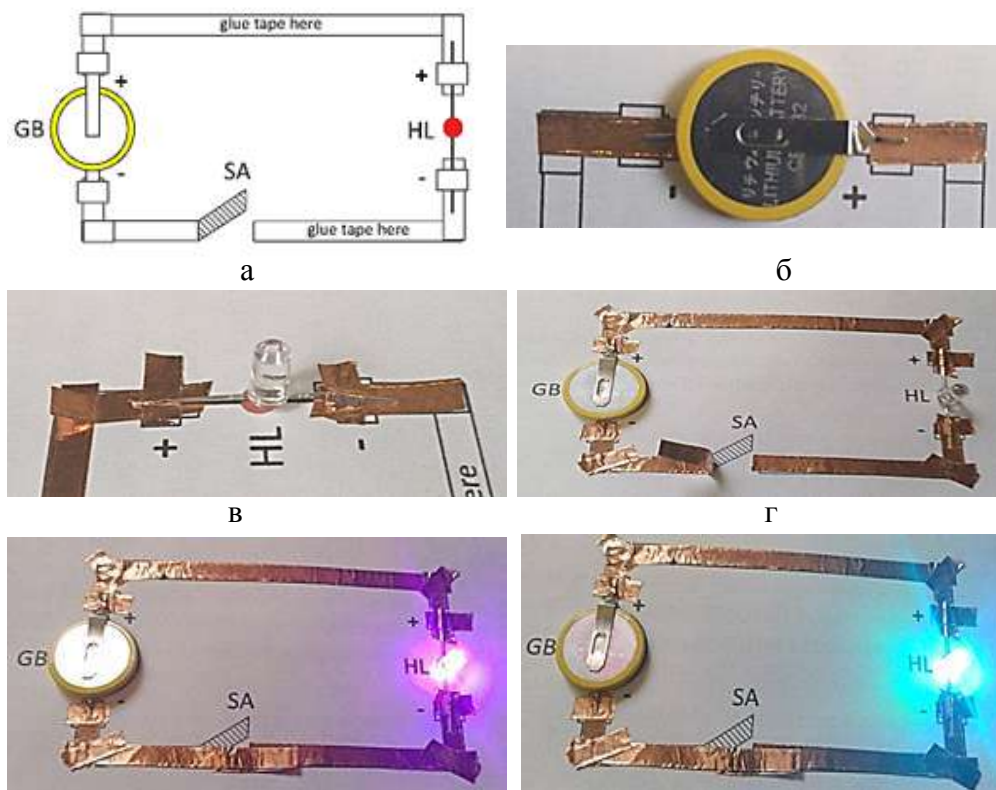


Рис. 15. Перший ліхтарик

Пояснення: натискаючи на ключ, ми замикаємо електричне коло. Смужками (зі струмопровідного скотчу) від батарейки тече струм, який запалює світлодіод.

2.2. Схема «Змішування кольорів»

Комплектуючі: роздруківка схеми (формат А-5), картон (формат А-5), 1 м струмопровідного мідного скотчу, гальванічний елемент CR2032 з виводами, RGB світлодіод з загальним катодом та три резистори опором по 100 Ом кожен.

Алгоритм створення:

1. Візьміть роздруковку схеми (рис. 16а) та наклейте її на картон;
2. Наклейте з двох боків від батарейки смужки скотчу. Будьте уважні, склейте правильно г-подібне з'єднання. Закріпіть на схемі батарейку (докладніше див. в схемі «Перший ліхтарик»);
3. Приклейте скотч на місця поблизу резисторів. візьміть резистори та загніть їхні ніжки. Покладіть резистори на вже наклеєний скотч (Рис. 16б) та зверху проклейте скотчем;
4. Візьміть RGB світлодіод з загальним катодом та розігніть йому ніжки. Найдовша ніжка у світлодіода має полярність «-», а всі інші – «+». Розташуйте світлодіод на схемі, дотримуючись полярності. Ніжки світлодіода закріпіть скотчем. Зробіть три ключі (рис. 16в);
5. Натиснувши на один з ключів, подивіться, яким кольором світиться світлодіод (рис. 16г). Натисніть на декілька ключів одночасно, спостерігайте змішування кольорів.

Варто розповісти дітям про базові кольори в художньому та науковому світах та провести досліди зі змішування базових художніх кольорів (жовтий, червоний, синій) та кольорів у RGB світлодіоді (червоний, зелений, синій).

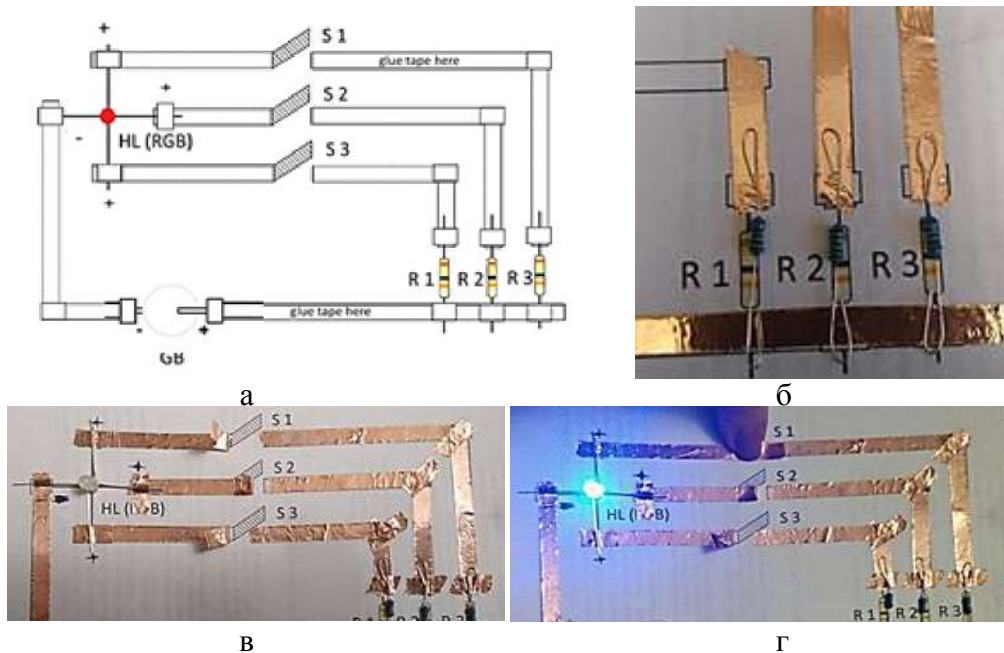


Рис. 16. Змішування кольорів

2.3. Схема «Світлофор»

Комплектуючі: роздруківка схеми (формат А-5), картон (формат А-5), 1 м струмопровідного мідного скотчу, гальванічний елемент CR2032 з виводами, зелений, жовтий та червоний світлодіоди та зумер.

Алгоритм створення:

1. Візьміть роздруківку (рис. 17а) та наклейте її на картон;
2. Закріпіть на схемі батарейку (докладніше див. в схемі «Перший ліхтарик»), зробіть три ключі та проклейте інші місця схеми;
3. Дотримуючись полярності розмістіть та закріпіть на схемі світлодіоди (рис. 17б) та зумер (рис. 17в);

Замикаючи різні ключі, подивитися, який світлодіод засвітиться (рис. 17г). Коли горить зелений світло діод, зумер вмикається та подає сигнал.

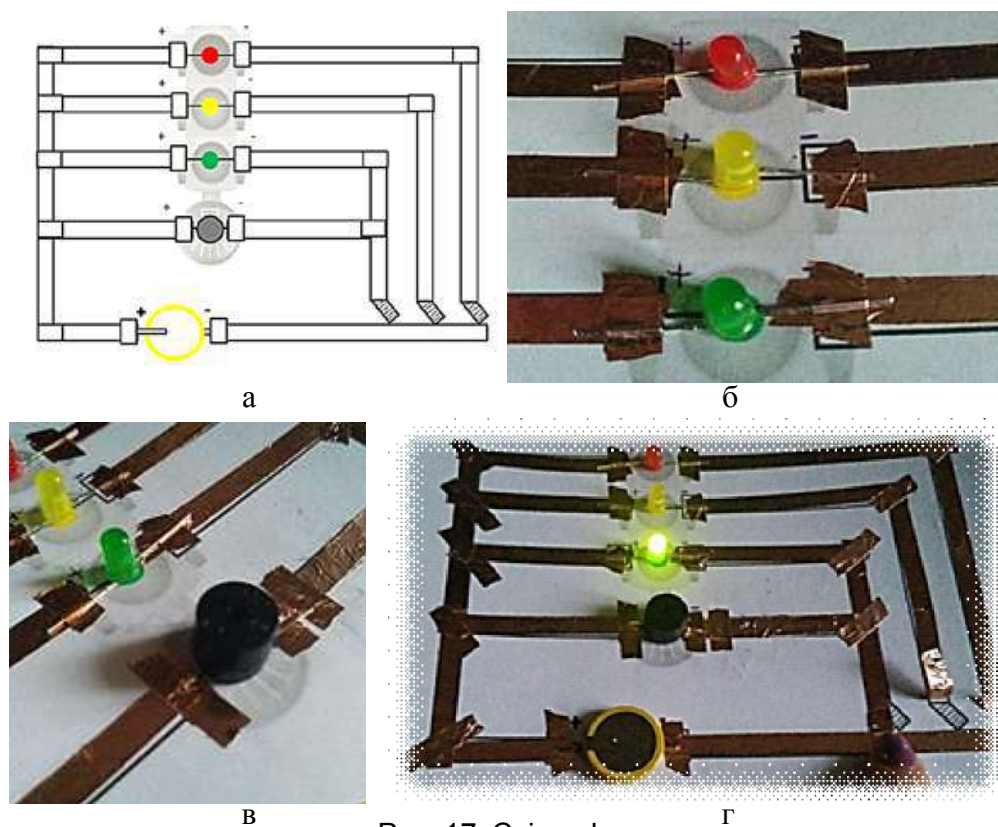


Рис. 17. Світлофор

Пояснення: натискаючи на ключ, ми замикаємо електричне коло. Смушками (зі струмопровідного скотчу) від батарейки тече струм, який запалює світлодіод. Оскільки зумер та зелений світлодіод замикаються одним ключем, одночасно з горінням цього світлодіоду може лунає звук, який сповіщає, що перехід дозволено.

IV. ОСВІТНІЙ ПРОСТІР МУЗЕЇВ

Від редактора

Неформальні середовища вивчення природи і техніки, такі як наукові центри, музеї, ботанічні сади, зоопарки тощо, нажаль, часто не беруться до уваги при плануванні науково-природничої освіти. Але саме в таких місцях студенти і школярі отримують захоплюючий науковий досвід, який може бути тісно пов'язаний із завданнями навчального процесу.

Погляди студентів і школярів на науку і техніку можна істотно розширити шляхом залучення широкого кола науковців, практикуючих лікарів, інженерів й інших представників прогресу у наукову освіту. Можливості вдосконалення шкільної та студентської науки безмежні. Наприклад, музеї стимулюють набуття знань про світ з погляду досягнень науки і технологій. Без сумніву, співпраця між навчальними закладами та центрами неформальної науки дозволить обом сторонам більш ефективно сприяти поліпшенню наукової грамотності.

Заохочення вчителів, студентів та музейної спільноти до співпраці та об'єднання ресурсів для вирішення проблем науково-технічної освіти з часом призведе до продуктивних змін у викладанні і вивченні природничих та технічних наук.

І. Березовська

АРСЕНАЛ ІДЕЙ

«ПРОСТІР ІДЕЙ: SCIENCE&MUSEUMS»

Ксенія Мінакова, Сергій Радогуз
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

В Україні діє система прийому до вищих навчальних закладів за результатами зовнішнього незалежного оцінювання – свого роду єдиної системи державного іспиту. Беручи до уваги, що єдині вимоги застосовуються до всіх абітурієнтів у країні, результати тестування легко використовувати як відповідний показник для оцінки популярності певної професії чи спеціальності.

Наприклад, у 2017 році подібні дослідження були проведені в аналітичному центрі CEDOS. На жаль, висновки невтішні. Багато технічних спеціальностей не дуже популярні серед претендентів. Згідно дослідженню, абітурієнти 2016 року, які обрали спеціальності, пов'язані з машинобудуванням та електротехнікою, в середньому продемонстрували один із найменших рівнів знань з основної предметної галузі (у середньому по університетах це була математика). Тобто ми особисто спостерігаємо дилему, коли студенти з низькими балами вступають на технічні спеціальності, які вимагають ґрунтовних знань і є важливими для інноваційного розвитку країни.

Така картина спостерігається не у всіх технічних професіях. Наприклад, ІТ та біотехнології, навпаки, показали найвищі результати іспитів з математики. Але ІТ-спеціальності зараз на піку популярності в Україні. Тому вони серед винятків, що лише підтверджують правило, і відривають від і без того «бідних» інженерно-технологічних спеціальностей випускників шкіл вищого рівня.

Звичайно, кожна галузь знань має мотивованих абітурієнтів з високим рівнем вступних балів. Але загалом «середня температура по палаті» не втішає. Конкурс для більшості технічних та природничих спеціальностей є відносно низьким. Вищезазначені тенденції призводять до швидкого зниження рейтингу природничих та технічних наук серед молоді. І така ситуація досить звична не лише в Україні, а й у світовому контексті.

1. Концепція Арсеналу Ідей в НТУ ХПІ

Дивлячись на погіршення позицій природничих та технічних наук серед тих, хто вступає до вищих технічних закладів, багато факультетів та кафедр НТУ «ХПІ» почали поступово розвиватися у напрямку

профорієнтації учнів загальноосвітніх шкіл. Однак у більшості випадків досягнення були незначними. Загалом, деякі хімічні кафедри досягли успіху в тому, що були розроблені цікаві науково-популярні програми. Це поєднання навчальних зустрічей з лабораторіями та елементами «шоу». Але більшість подій не мали систематичного характеру. Переломний момент стався після відкриття в університеті платформи для творчого розвитку дітей та молоді, яка має назву Арсенал Ідей «Простір Ідей: Science&Museums».

Арсенал Ідей – це інноваційний освітній проект, що з’явився 2013 року в Мистецькому Арсеналі міста Києва. Харків став першим містом, на яке було поширено цей проект восени 2017 р. Молоді вчені Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» у співпраці з Харківським літературним музеєм стали ініціаторами створення творчого об’єднання у своєму місті. Ініціатива молодих вчених у поєднанні з досвідом створення освітніх платформ для дітей та юнацтва Арсеналом Ідей (м. Київ) сприяла швидкому налагодженню співпраці та організації інтерактивного простору для творчості у Харкові.

7 вересня 2017 року у співпраці із проектом Арсенал Ідей Україна (м. Київ) на базі університету було відкрито креативний центр «Простір ідей: Science&Museums», головним гаслом та візитною картою якого стали «Доступність. Рівність. Інклюзивність». Простір орієнтований на

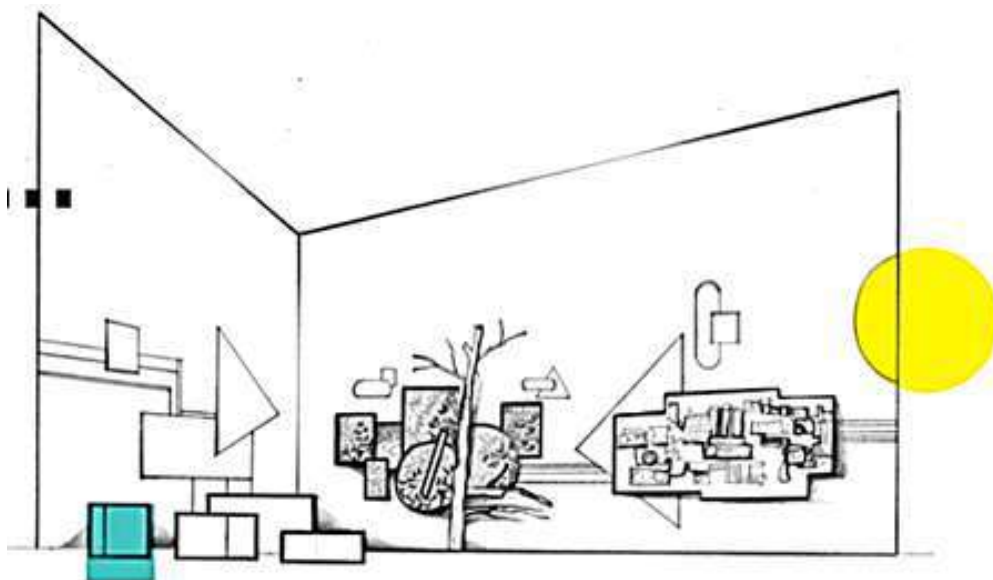


Рис. 1. Скетч приміщення Арсеналу Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»

дозвілля дітей шкільного віку і повністю пристосований для відвідувачів з обмеженими можливостями. Для ознайомлення представлені інтерактивні інсталяції (наприклад, Sensoricum, неконтрольований живопис) на постійній основі, розвиваючі ігри (кінетичний пісок, різні конструктори), матеріали для творчості, кілька інтерактивних лекцій тощо.

Освітній простір (рис. 1) представляє собою інтерактивну платформу ідей, яка:

- ↪ поєднує науки, мистецтво та інновації;
- ↪ базується на міждисциплінарному підході та широкому партнерстві;
- ↪ побудована на основі власних креативних рішень;
- ↪ пропонує цикл інтерактивних лекцій та інших заходів, розроблених спеціально для проекту.

Особливістю і відмінністю простору є те, що він створює можливості рівного доступу до творчої та освітньої середовища для людей з інвалідністю, тим самим роблячи суттєвий внесок у розвиток інклюзивного суспільства.

Цей проект неймовірно цікавий і соціально важливий. Насправді, молодь активно бере участь у реалізації таких ідей. Вона готова витратити безліч часу і сил на справи, у значимість яких вірить. Так само й ми відразу повірили в цей проект та приклали багато зусиль, щоб він був реалізований.

У реаліях сьогодення простір не запрацював відразу, бо потребував переосмислення формату в рамках вищого навчального закладу. Враховуючи те, що головними учасниками простору є діти, а вони не готові приходити лише заради того, щоб помалювати чи пограти в розвиваючі ігри, необхідно було оновити та урізноманітнити навчальний контент середовища.

Передбачалося, що «Простір ідей: Science&Museums» стане інтерактивною платформою для спільного навчання та сімейного інтелектуального проведення часу. Дійсно, після відкриття у вересні 2017 року спостерігався сплеск кількості відвідувачів. На жаль, протягом місяця потік почав пересихати.

Одну з причин, чому оригінальна ідея не спрацювала, ми бачимо у суттєвих відмінностях від простору, що знаходився в Київському Арсеналі мистецтв. Оригінальний «Арсенал ідей» займає площу більше 1000 квадратних метрів і має значну кількість розважальних установок. Незважаючи на те, що простір у Києві також розпочав свою історію у відносно невеликій кімнаті, він був створений у виставковій галереї зі значним потоком людей, який забезпечив достатню аудиторію.

Площа в НТУ «ХПІ» становить лише близько 75 квадратних метрів. Крім того, розташування у вищому технічному навчальному закладі накладало свої обмеження: студенти вже занадто дорослі, щоб відвідувати такі навчальні місця, і, водночас, занадто молоді, щоб цікавитись місцем,

призначеним для сімейного дозвілля. Зазначені причини не залишили оригінальній концепції шансів на існування. Ситуація вимагала негайного переосмислення та зміни формату.

Ідею можливого вирішення неминучої невдачі породило наближення традиційних осінніх канікул у початковій та середній школах. Молоді вчені, поспілкувавшись із представниками наукових та освітніх кафедр університету, отримали значну кількість заявок щодо участі у створенні безперервного циклу щотижневих науково-популярних лекцій з інтеграцією семінарів та майстер-класів, які базувалися на принципі STEM-освіти. Це було втілено в рамках проектів «Канікули з Політехом», «Суботи з Політехом» і багатьох інших. Дехто з молодих вчених мав певний досвід проведення подібних заходів, а також різноманітних розробок для наукових та популярних заходів з фізики та хімії. У своїй практиці ми також використовували деякі загальноосвітні методики.

2. Проекти Арсеналу Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»

З того часу на базі освітнього простору активно реалізується низка науково-популярних проектів, серед яких варто виділити наступні (рис. 2): «Інклюзія у співпраці», «Фізика – це просто!», «Їстівна хімія», «Клуб юного еколога», «Мехатроніка та робототехніка», «Історія науки та техніки» та інші.

Неодноразово гостями «Простору ідей» були популяризатори науки (див. фото, рис. 3) зі світовим ім'ям, як то :

- віце-президент міжнародної організації «Hand-on Science Network», фахівець у галузі прикладної оптики Хосе Беніто Васкес Дорріо;
- шкільний фізик-експериментатор з США Крістофер Чіаверіна (Chris Chiavergina), який був президентом Американської асоціації вчителів фізики, а також членом редколегії журналів, присвячених фізиці;
- популяризаторка STEM, викладачка Інституту освіти Університетського коледжу Лондона Деніз Балмер.

3. «Канікули з Політехом»

В наш час вже традиційним стало проведення науково-освітньої програми «Канікули з Політехом», яка проводиться на базі креативного простору для творчості «Простір ідей: Science&Museums». Протягом канікул гості Харкова, області та інших регіонів України беруть участь у різноманітних науково-освітніх лекціях, майстер-класах, воркшопах, відвідують кафедри і лабораторії вишу (рис. 4).



Рис. 2. Науково-популярні проекти Арсеналу Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»



Рис. 3. Популяризатори науки зі світовим ім'ям у Арсеналі Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»



Рис. 4 Лекції у Арсеналі Ідей «Простір Ідей: Science&Museums»

Так, учасниками Зимових Канікул з Політехом у 2018 році, наприклад, стали близько 1000 школярів різного віку, їх батьки та вчителі. Для них викладачі та студенти ХПІ підготували 36 цікавих заходів за різними напрямками — від секретів турбін, 3D-друку, оптичних ілюзій фізики, пізнавальної мехатроніки до «їстівної» хімії та економічних ігор (рис.5).



Рис. 5. Міт-ап з хімії у Арсеналі Ідей «Простір Ідей: Science&Museums» в рамках проекту «Їстівна хімія»

Гості брали участь у різноманітних дослідах, експериментах, лабораторних роботах, вчилися робити голограми, ідеальну карамель, перевіряли наявність нітратів у продуктах, дізнавалися про харчові Е-добавки, жуйки, «дива» ливарного виробництва, сонячну енергетику, досліджували двигуни внутрішнього згоряння, писали цікаве резюме і багато іншого (рис. 6).



Рис. 6 Воркшоп і демонстрація з фізики у Арсеналі Ідей «Простір Ідей: Science&Museums» в рамках проекту «Фізика – це просто!»

«ЛЬОДОВИКОВА ЕПОХА»: ПОДОРОЖ У МИНУЛЕ

Ірина Позинич

Державний природознавчий музей НАН України

Одним з глобальних завдань природознавчого музею є забезпечення доступності. Тому ми реалізуємо та адаптуємо освітні заняття та екскурсії для людей з порушенням слуху та глухих. Екскурсія-подорож розроблена для підлітків та дорослих із порушенням слуху. Під час подорожі у минуле ми дізнаємося:

- 1) Чому виникають зледеніння «Льодовикові епохи»?
- 2) Чому саме клімат визначає хто живе на даній території?
- 3) Який клімат був на нашій території 20 – 10 тис. років тому?
- 4) Які інші великі (і не тільки великі) тварини жили на нашій території?
- 5) Як виглядали люди в льодовикову епоху?
- 6) Чому відбулося вимирання великої кількості тварин з «Льодовикової епохи»?

Територія Львівщини – це світ, де мешкали велетенські тварини, про яких ми тільки чули з розповідей, які жили у значно суворіших умовах, проте для них це життя було «Справжнім раєм». Отже, ми опинилися у Льодовиковій епосі 20-10 тис. років тому!

Найпершим ми демонструємо екран (рис. 1), на якому є пояснення причини зледенінь. Це зміна кількості енергії, що надходить від Сонця на Землю, яку наочно можна відобразити за допомогою спеціальної інтерактивної станції «Цикли Міланковича». Показуємо, як змінюється орбіта обертання Землі навколо Сонця. Люди з вадами слуху бачать, що вона не кругла, а еліптична, і сама планета не ідеально круглої форми. В результаті кількість сонячної енергії, що отримує Земля, ризниться у часі, і саме це призводить до періодичного зледеніння нашої планети. Кожен бажаючий може змінити відстань Землі від Сонця, а також кут обертання Землі навколо своєї осі та побачити як варіюється кількість енергії, що, в свою чергу, призводить до змін клімату (рис. 1).

На даній станції є детальний опис про цикли Міланковича та самого автора (рис.2).

Існує кілька гіпотез виникнення льодовикових періодів. Одні пов'язують причини зміни клімату з явищами, що відбувалися на самій Землі: інтенсивністю вулканічних вивержень, гороутворюючими процесами тощо.



Рис.2. Мілутін Міланкович — кліматолог, астроном-астрофізик і популяризатор науки

Наступна станція — «Погода у Львові 20000-10000 років тому». Уявляєте, відвідувачі можуть подивитися погоду під час останнього зледеніння! На той час у Європі було набагато холодніше, ніж сьогодні,

обертається довкола Сонця не по ідеально круглій орбіті, і сама планета не абсолютно сферичної форми, ми отримуємо більше або менше сонячної енергії в різні періоди часу. Ця періодичність описується теорією циклів Міланковича, і на сьогодні вона найкраще пояснює причини, що запускають і зупиняють Льодовикові періоди.

Збоку від станції циклів Міланковича для найменших відвідувачів з порушенням слуху демонструємо рух Землі навколо Сонця на моделі Телурію та пояснюємо зміну сезонів і пір року (рис.3). Кожен учасник отримує завдання самостійно «виставити» пору року: осінь, зиму, весну, літо. Діти мають змогу самі обертати Землю навколо Сонця та робити висновки стосовно змін пір року.



Рис.3. Демонстрація моделі Телурію



Рис.4. Цікаво дізнатися про погоду у Львові в льодовикову епоху

особливо у зимовий період. На північному заході України середня температура серпня сягала +10-11°C, а середня температура лютого на більшій частині України становила -27°C. Вологість повітря дорівнювала приблизно третині від сьогоденної, бо в період максимуму похолодання річна норма опадів не перевищувала 200-300 мм, що відповідає нормі опадів сучасних напівпустель (рис.4).

Погода відрізнялась неймовірною суворістю і непостійністю, як у сучасному високогір'ї або арктичній зоні.

Як же ж науковці дізнаються про погоду, яка була 20 тис. років тому?

Підводимо відвідувачів до станції з керном (рис.5), де вони читають інформацію про те що:



Рис.5. Крижаний керн (циліндричний стовпчик зі спресованих шарів снігу – багатовікового льоду)

↪ дослідження такого керну, висвердленого з льодовикового щита показує інформацію про льодовикові періоди і періоди потепління протягом останніх 800 тис років тому;

↪ за допомогою ізотопного аналізу можна відтворити зміни клімату протягом часу формування керну;

↪ маленькі бульбашки кисню, які видно у крижаному керні, є нічим іншим, як атмосферним вмістом ізотопів кисню ^{18}O або ^{16}O . Відсоток ^{18}O є мірою температури, і невелика його концентрація свідчить про холодний клімат.

Такий сухий та холодний клімат давав бурхливий розвиток трав'яного покриву, який, вочевидь, створив сприятливі умови для численних трав'яних, що приваблювали, в свою чергу, хижаків. Мамутовою (мамонтною)

фауною називають види ссавців, що мешкали 70–10 тис. років тому у Євразії і Північній Америці в тундростепах, існували весь час заледеніння і переміщалися відповідно до змін меж льодовика на північ або на південь.

Травоїдні мамутової фауни — мамут (рис.6), волохатий носоріг, бізон, кінь, кулан, північний олень, вівцебик та інші, які населяли холодні тундростеги, навесні мігрували численними стадами на північні прильодовикові пасовиська, а восени, рятуючись від наступаючих холодів, відходили на сотні й тисячі кілометрів південніше у передгірні райони Європи та причорноморські стеги.



Рис.6. Скелет мамута

Важливо, що для всіх тварин мамутової фауни характерні риси пристосування до життя в умовах низьких температур, зокрема довга і густа шерсть (рис.7).

Багато видів тварин збільшилися в розмірах — велика маса тіла і товстий підшкірний жир допомагали їм легше адаптуватися у суворому кліматі. На цій станції ми демонструємо велич мамута та розповідаємо за допомогою роздруків про один з різновидів – євразійського мамута (рис.8):



Рис.7. Демонстрація шкури мамута



Рис.8. Волохатий або євразійський мамут *Mammuthus Primigenius*

- він населяв величезну територію від Британських островів у Європі до Чукотки в Азії;

- харчувався пагонами хвойних дерев і молодим листям берез, верб та вільхи, а також паростками степових чагарників та трав'яною рослинністю;

- у літні місяці, коли корму вдосталь, у мамонтів відкладався запас поживних речовин, жиру в першу чергу, у вигляді горбів в області лопаток (показуємо картинку із жировим горбом у мамута). Ці запаси дозволяли мамонтам пережити зиму, коли на довгі місяці рослинність опинялась під снігом. Ймовірно, з приходом зими мамонти кочували на південь, навесні повертаючись на північ;

- їжу добували з-під снігу за допомогою величезних бивнів (рис.9);

- останні мамонти вимерли біля 3 тис. років тому на острові Врангеля в Чукотському морі;

- за розмірами (висота 2,5-3,5 м) волохатий мамонт не перевищував теперішніх слонів, важив до 7 т.

У них були добре розвинуті зуби: чим більше було на них виростів, тим різноманітнішу їжу міг споживати ссавець (демонструємо зуби мамута, рис.10). Коли зуби стиралися, тварина була приречена на голодну смерть.



Рис.9. Бивні та кістки мамонтів



Рис.10. Зуби мамута

Як науковці дізнаються, що споживав мамут? А які рослини колись росли?

Підводимо відвідувачів до репліки з екскрементів мамута: з даних зразків ми бачимо, що вони були травоядними, оскільки в їхніх випорожненнях присутня зелена трава (рис.11).

Звідси і висновок, що на нашій території росли цілі степи із злаків, і це обумовлювало велику кількість травоядних тварин (мамут найвеличнійший, носоріг волохатий, бізони, коні, олені, сайгаки та інші).

Також відвідувачі з вадами слуху можуть прочитати інформацію про *комах-деструкторів*:

☞ *жуки-гноювики* – комахи ряду *твердокрилих*, котрі харчуються



Рис.11. Репліка екскрементів трав'яїдних тварин

переважно або виключно гноєм (копрофаги) – екскрементами хребетних тварин;

✦ гній є їжею для комах на стадії імаго, а також запасом для харчування власних личинок. Деякі гнойовики додатково вживають гриби, плоди дерев, гниле листя;

✦ гнойові жуки поширені по всьому суходолу, крім Антарктиди;

✦ вони є невід'ємною ланкою природних екосистем (комплекс організмів-редуцентів);

✦ гнойовики пришвидшують мінералізацію рослинних решток: викопуючи нірки, ці комахи поліпшують структуру ґрунту і зменшують кількість мух на пасовищах;

✦ разом з гноєм жуки розселяють неперетравлене трав'яїдними насіння рослин і спори грибів, а також закопують у ґрунт яйця гельмінтів – паразитів людини і свійських тварин і, таким чином, знезаражують пасовища (рис.11).

Волохатий носоріг *Coelodonta antiquitatis* (рис.12) – друга найбільша за розмірами тварина, після мамонта, у плейстоценовій мегафауні Північної Євразії:

➤ довжина тіла 320-360 см, висота в загривку – 145-160 см; вага дорослих самців становила понад дві тони;

➤ мешканець відкритих просторів;

➤ маючи довге, густе волосся і дуже товсту шкіру, був добре пристосований до холодного і сухого клімату пізнього плейстоцену;

➤ на морді містилися два роги, довший з яких, передній, часом сягав понад 1 м; вони слугували ефективною зброєю для самозахисту. Протягом спарювального сезону вони, ймовірно, використовувалися самцями для турнірних боїв. Взимку роги були незамінні для розгортання снігу, щоб отримати доступ до сухої трави та інших рослин.

➤ харчувався розмаїттям злаків, осокою та іншими трав'яними рослинами;

➤ вів поодинокий спосіб життя.



Рис.12. Волохатий носоріг *Coelodonta antiquitatis*

Також у кімнаті з волохатим носорогом є анімація - розповідь про те, як саме цей експонат потрапив до нас в музей (рис. 13). Розповідь без слів, тому будь хто може зрозуміти історію через мультфільм.

Для найменших відвідувачів видаються пазли, які вони повинні скласти за певний час. Розділяємо на дві команди: ламугів та носорогів, і діти складають малюнок цих двох велетнів «Льодовикової епохи» і запам'ятовують будову тіла тварин (рис.14).

Через високу кількість трав'яних тварин, численними і різноманітними були хижаки, які на них полювали. Підводимо до вітрини з хижаками, де можна роздивитися кістки і прочитати про тварин, які колись полювали у мамутових преріях (рис.15).



Рис.13. Анімація «Історія волохатого носорога»

Хто ще полював на мамута та інших тварин?

Ну, звісно ж людина! Ведемо відвідувачів в кімнату з кроманьйонцем (рис.16) і розповідаємо про світ цієї істоти.

✦ *Справжні люди, представники роду **Ното** виникли в Африці майже 2 млн. років тому. Пізніше вони розселилися спочатку по Євразії, а згодом на інших континентах.*



Рис.14. Гра в пазли



Рис.15. Вітрина з кістками хижих тварин

✦ *Протягом останнього льодовикового періоду тільки два види людей жили в Європі: неандертальці (130-30 тис. років тому), що були нащадками людини прямоходячої, і сучасні люди, існування яких зародилось 300 тис. років тому в Африці, а імміграція до Європи відбулась близько 40 тис. років тому.*

За допомогою інформації на стенді, яка написана лаконічною і простою мовою, відвідувачі з вадами слуху дізнаються: скільки років жили кроманьйонці, яка була у них шкіра, що вони їли, де жили та як полювали (рис.17); порівнюють величину черепа людини (муляж) з черепом мамута.

В кімнаті, де розташовано шатер кроманьйонців, можна зробити знімок або просто побувати всередині такого житла (рис.18).

До уваги дітей також печерні розписи наших предків і можливість самому створити наскельний малюнок (рис.19).



Рис. 16. Кімната з кроманьйонцем



Рис. 17. Кімната з кроманьйонцем: залишки кісток тварин



Рис.18. Намет кроманьйонців



Рис.19. Діти малюють наскельні малюнки тварин

Або можна, наприклад, пограти в засвоєння назв тварин, які колись жили на нашій території (рис.20).

Підсумувати насичений день можна так: «Сьогодні на проєкті «Льодовикова епоха» ми побачили унікальні експонати – доісторичного



Рис.20. Назви тварин та їх зображення на інтерактивному екрані

мамута і волохатого носорога. Обидві знахідки пролежали під землею близько 10 тисяч років!! Ви дізналися як змінюється клімат на нашій Землі, хто такі кроманьйонці, скільки вони жили і як виглядали. Щиро бажаємо успіхів та нових знань!»

ІНТЕРАКТИВНИЙ ПРОСТІР МУЗЕЮ «D.S. ТАЄМНА АПТЕКА»

Наталія Костко

Інтерактивний музей «D.S. Таємна аптека»



Вступ

Інтерактивне навчання відносно недавно стало невід'ємною частиною освітнього процесу, і цей метод вже встиг довести свою високу ефективність. Так, перший в Україні простір Інтерактивного музею «D. S. Таємна аптека» уже понад вісім років дає відвідувачам можливість «доторкнутись» до історії фармації Львова та Галичини.



1. Нариси з історії фармації Львова (зокрема аптеки «Під Угорською короною»)

Майже 250 років історії та еволюції аптекарської справи зберігається на полицях аптеки «Під Угорською короною», де розташований Інтерактивний музей «D.S. Таємна аптека».

Перший зал музею, обставлений автентичними старовинними меблями з червоного дерева та горіха, майстерно відреставрованими на замовлення мережі аптек D.S., дозволяє одразу зануритись в атмосферу минулої епохи.

У другому залі учням запропонують приміряти фартушки — невід’ємний атрибут аптекарської форми. Екскурсовод розповість історію творення та розвитку фармації Галичини та Львова, принагідно демонструючи оригінальний виставковий посуд відомих львівських аптек XVIII-XX століть. Учні дізнаються про розробку, методики виробництва, правильного пакування та зберігання ліків крізь роки. Цікавим є те, що секретні столи, шухляди аптеки все ще “пам’ятають” запах старих інгредієнтів для виготовлення ліків. Учні матимуть нагоду відчути на запах ліки сторічної давності. Серед експонатів музею є посуд з-під гематогену, Кока-Коли, парфумів, зубного порошку, і навіть автентичні бронзові ступки. Основні терміни, прізвища та тези розповіді також представлено для кращого сприйняття інформації слабочуючими відвідувачами у роздрукованих матеріалах.



2. Міждисциплінарний інтерактивний підхід до вивчення фізичних та хімічних явищ

На учнів очікує зустріч та «знайомство» із Таємним Аптекарем, до якого гвинтовими сходами у підземелля-лабораторію проведе їх екскурсовод. Проте спочатку юні екскурсанти матимуть змогу, під наглядом звісно, але власноруч дослідити хімічні та фізичні властивості певних речовин.

Дослід 1. «Фараонові змії»

Для досліду знадобиться: сухе пальне, три таблетки кальцію глюконату, термостійка поверхня, пінцет, свічка.

Крок 1. Пінцетом піднести сухе пальне до полум'я, покласти палаючу таблетку у центр термостійкої поверхні.

Крок 2. За допомогою пінцету розкласти три таблетки на поверхню палаючого сухого пального. Через декілька секунд із маленьких таблеток почнуть «зростати» змії. Ця реакція — наслідок впливу вогню (високої температури) на діючу речовину таблетки.



Дослід 2. «Гасіння свічок»

Для досліду знадобиться: колба, ложка, харчова сода, 9% водний розчин оцтової кислоти, свічки.

Крок 1. Запалити свічки.

Крок 2. До пустої колби додати ложку соди.

Крок 3. Додати три ложки оцтової кислоти.

Крок 4. Закрити колбу долонею, аби реалізований вуглекислий газ не вивітрився.

Крок 5. Прихилити колбу над запаленими свічками, не виливаючи речовину.

Учні зможуть побачити наслідки реакції гасіння соди — вивільнення вуглекислого газу, який витіснить легший кисень зі свічок. Як відомо, без кисню вогонь не горітиме.



Дослід 3. «Хамелеон у пробірці»

Для досліду знадобиться: маркер, чотири колби, піпетка, ложка, довга дерев'яна паличка, гаряча вода, 5% спиртовий розчин йоду, 9% водний розчин оцтової кислоти, 5% розчин аскорбінової кислоти, картопляний крохмаль, 3% розчин перекису водню.

Крок 1. Маркером пронумерувати колби від 1 до 4.

Крок 2. До колби №1, №2, №3 налити по 100 мл гарячої води.

Крок 3. За допомогою піпетки, до колби №1 додати 15 крапель йоду та 2 ложки оцтової кислоти, перемішати паличкою.

Крок 4. До колби №2 додати 0,5 мл аскорбінової кислоти, перемішати.

Крок 5. До колби №3 додати 2 ложки крохмалю, перемішати.

Крок 6. До колби №1 вилити в колбу №2, перемішати.

Крок 7. До колби №4 вилити колбу №3 та колбу №1, додати 7 ложок перекису водню, перемішати.

У ході експерименту учні зможуть побачити як за допомогою різних сполук речовина декілька разів змінює колір.



Дослід 4. «Апарат Тесла»

Екскурсовод продемонструє унікальний, винайдений відомим фізиком, апарат, який базується на властивостях перемінного струму.

Дослід 5. «Лавова лампа»

Для дослідів знадобиться: дві колби (одна більша), барвник водорозчинний, олія, вода, велика шипуча таблетка, ліхтар.

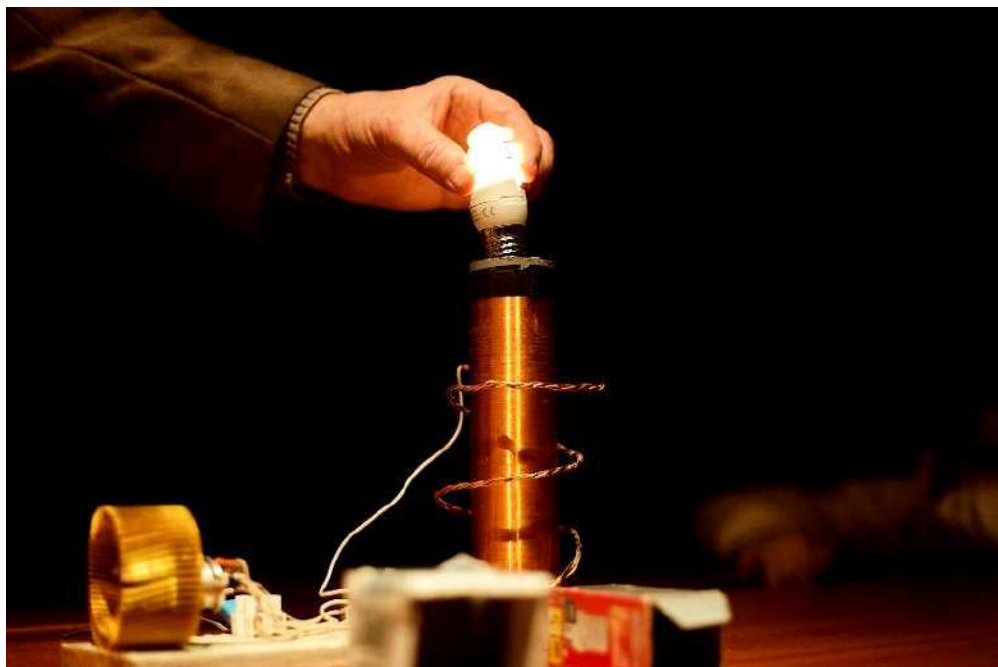
Крок 1. До більшої колби налити 200 мл олії.

Крок 2. До меншої колби налити 100 мл води.

Крок 3. Налити воду з меншої колби до більшої.

Крок 4. Додати до більшої колби кілька крапель барвника.

Крок 5. Додати до більшої колби шипучу таблетку.



Крок 6. Увімкнути ліхтарик під колбою, аби її підсвітити.
Екскурсанти побачать як за допомогою фізичних властивостей речовин можна власноруч створити «лавову лампу».





Після проведених експериментів учні познайомляться із Таємним Аптекарем — переглянуть фільм із суродоперекладом, під час якого вони дізнаються про винайдення гасу та гасової лампи, екскурсовод покаже учням як користуватись старовинним приладом. Також учні зможуть прочитати послання, виконане фарбою-люмінофором, яке можна побачити лише у темряві при освітленні ультрафіолетовим ліхтарем.

Час пізнати деякі таємниці та перевірити свої знання з ботаніки. Кожен учень отримає аптекарську ступку із певною лікарською рослиною та завдання: за допомогою тертя за запахом здогадатись, що це за рослина. А екскурсовод розповість про лікувальні властивості кожної із вгаданих рослин.

Успішно склавши такий «екзамен», учнів офіційно приймуть до Таємного товариства та почастиють секретним Еліксиром.

Відвідувачі зможуть ознайомитись із автентичним лабораторним обладнанням, а також із інформацією про нефармацевтичні винаходи аптекарів. На стінах Таємної аптеки містяться історії про винайдення туші для вій, маргарину, дитячого харчування, сірників.

На прощання Таємна аптека відкриє останню свою таємницю — секретний вихід із будинку.



3. Висновки та прогнози щодо набутих знань

Одним із своїх найважливіших завдань Інтерактивний музей «D.S. Таємна аптека» вважає «розпалювання іскри» цікавості в учнів до таких наук як історія, хімія, фізика, ботаніка. Пізнання різноманітних фізичних, хімічних властивостей та явищ за допомогою проведення спеціальних дослідів допоможе учням краще їх зрозуміти та запам'ятати. Вважаємо, що вислів Конфуція «Скажи мені – і я забуду, покажи мені – і я запам'ятаю, дай мені зробити – і я зрозумію» дуже влучно описує переваги інтерактивного методу навчання.

Таємнича атмосфера середньовічної лабораторії стає потужним емоційним фоном, позитивною почуттєвою прив'язкою для повнішого відтворення інформації пізніше. Інформація, загорнута в історично-легендарний сюжет, буде цікавою для учнів. Таким чином, вони зможуть навчитись «не навчаючись».

Набуті знання про хімічні, фізичні, історичні процеси інтегруються у загальну систему знань учнів. Міждисциплінарний підхід допоможе збагатити знання одразу з декількох предметів, краще усвідомлювати історію свого краю, а отже і себе.

ПІСЛЯМОВА

Чому природничо-наукова і технічна освіта важлива в нашому суспільстві? Результати наукових досліджень і технологічних розробок оточують нас щодня. Державні рішення, що впливають на всі аспекти нашого життя, засновані на наукових даних. Фактично, навчання школярів і студентів наукового методу – це навчання їх тому, як думати, вчитися, вирішувати проблеми і приймати обґрунтовані рішення. Ці навички є невід’ємною частиною освіти і життя від школи і до трудової діяльності.

Навчальні матеріали, що містяться в цій книзі, націлені на розвиток саме таких навичок. Автори переконалися в доцільності всіх описаних занять і експериментів як при проведенні проектних заходів за участі вчителів, школярів та студентів, так і в своїй професійній діяльності. Досить згадати, який успіх мала демонстрація фізичних експериментів, яку провели наші чеські колеги Дана Мандікова і Зденек Дрозд з Карлова університету в Празі. Особливо примітним є те, що серед учасників були численні студенти і викладачі Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, зокрема, студенти всіх курсів бакалаврату та магістратури спеціальності «Середня освіта (Природничі науки)» й інших спеціальностей хіміко-біологічного і фізико-математичного факультетів.

Участь в проекті школярів і студентів з порушеннями слуху, а також їх вчителів, дозволила перевірити ефективність наших методів саме для цієї, головної цільової аудиторії проекту. Під час майстер-класів, які провели молоді науковці, екологи та фізики, з НТУ ХПІ в КЗ «Спеціалізована середня школа №5» (колишній обласний інтернат глухих) в Харкові, вчителі та волонтери були вражені тим, настільки яскраво діти проявили свої творчі здібності та як електрика може бути простою та захоплюючою (електрика на папері).

Викладачі НТУ «ХПІ», Дана Мандікова та Зденек Дрозд, а також Деніз Балмер (Великобританія), поширили досвід, який презентовано в цьому навчальному посібнику на XVIII Міжнародній школі-семінарі «Сучасні педагогічні технології в освіті». Під час конференції учасники (більш ніж 900 слухачів з понад 70 міст України) мали змогу підвищити педагогічну майстерність шляхом ознайомлення та навчання сучасним технологіям педагогічного процесу від наших авторів, а також обміну досвідом щодо нових підходів до інклюзивної освіти, дізнатися про закордонні практики застосування сучасних педагогічних технологій в освіті, які

використовуються в НТУ «ХПІ» та провідних навчальних закладах Європи.

Учні школи Марії Покрови (Львів) провели чимало цікавих годин в майстерні графіки Української академії друкарства разом зі своїми вчителями. Вони отримали уявлення про те, як друкуються листівки і афіші і виготовляються книги, ознайомились з різними техніками гравюри та пристроями їх друку, деяким з яких вже майже 200 років. Корисним для них було і відвідання Львівської медичної академії, особливо тому, що в її лабораторіях вони зустріли випускників своєї школи, які навчаються за спеціальністю «Лабораторна медицина». Ну, а подорож в льодовикову епоху в Природничому музеї була просто захоплюючою.

Можливо, більше значення мають не конкретні приклади впровадження наукових досягнень в наше життя, а те, як ми імплементуємо наукову думку, методи і дослідження, щоб прийти до своїх рішень. Це не обов'язково відбувається свідомо або за потребою. Людська потреба вирішувати проблеми іноді виникає з цікавості, як це відбувається у наймолодших учасників проекту – учнів початкових класів.

Маємо надію, що цей навчальний посібник стане в пригоді не тільки для викладачів, що підтримують та пропагують STEM-освіту, а й для їх учнів. Як сформулював відомий американський педагог і колишній уповноважений з питань освіти США Ернест Боер, «...стати добре освіченим ... означає виявити пов'язаність речей. Педагоги повинні допомогти учням зрозуміти взаємозв'язок між дисциплінами та зрозуміти, що освіта - це спільний проект, який підтверджує не лише індивідуалізм, а й спільність».

Ірина Березовська, Ксенія Мінакова

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

**ІНКЛЮЗИВНЕ НАВЧАННЯ ПРИ
ПОРУШЕННІ СЛУХУ:
ПРАКТИКИ ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ
НАУК**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

За редакцією І. Березовської, К. Мінакової

В авторській редакції
Дизайн обкладинки *Марія Пляцко*
Відповідальний за випуск *Станіслав Дикий*

Підписано до друку 26.02.2021 р.
Формат 70x100/16. Папір офс.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 14,7.
Ум. фарбовідб. 35,8. Обл.-вид. арк. 20,1.
Наклад 300 прим.

Видавництво ТзОВ «Простір-М»
79005, м. Львів, вул. Чайковського, 8

Друк: ТОВ «Простір-М»
м. Львів, вул. Чайковського, 8